

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 0 月 1 0 日
Date of Application:

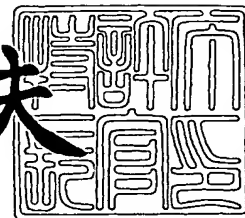
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 5 1 5 0 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 5 1 5 0 2]

出 願 人 株式会社村田製作所
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 8 5 7 0

【書類名】 特許願
【整理番号】 32-1119P
【提出日】 平成15年10月10日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H03H 9/64
【発明者】
 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内
 【氏名】 表 良一
【特許出願人】
 【識別番号】 000006231
 【氏名又は名称】 株式会社村田製作所
【代理人】
 【識別番号】 100080034
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 原 謙三
 【電話番号】 06-6351-4384
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2002-315997
 【出願日】 平成14年10月30日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 003229
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0014717

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

ラダー型に配置された、少なくとも 1 つの直列共振子と、少なくとも 1 つの並列共振子とを有するフィルタ素子を備える、ラダー型フィルタにおいて、

前記直列共振子のうち少なくとも 1 つにはインダクタが並列に接続されていると共に、前記インダクタが並列に接続されたことにより直列共振子の共振点よりも低域側に発生する反共振点と、前記並列共振子の共振点とが、互いに略一致されていることを特徴とする、ラダー型フィルタ。

【請求項 2】

ラダー型に配置された、少なくとも 1 つの直列共振子と、少なくとも 1 つの並列共振子とを有するフィルタ素子を備える、ラダー型フィルタにおいて、

前記並列共振子のうち少なくとも 1 つには第 1 インダクタが直列に接続され、

前記直列共振子のうち少なくとも 1 つには第 2 インダクタが並列に接続され、

前記第 1 インダクタが直列に接続されたことにより低域側にシフトした並列共振子の共振点と、第 2 インダクタが並列に接続されたことにより直列共振子の共振点よりも低域側に発生する、反共振点とが互いに略一致されていることを特徴とする、ラダー型フィルタ。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの並列共振子は、少なくとも 2 つの共振子を互いに並列接続して有していることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載のラダー型フィルタ。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの並列共振子は、少なくとも 2 つの共振子を互いに直列接続して有していることを特徴とする、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のラダー型フィルタ。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つの直列共振子は、少なくとも 2 つの共振子を互いに直列接続して有していることを特徴とする、請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のラダー型フィルタ。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの直列共振子は、少なくとも 2 つの共振子を互いに並列接続して有していることを特徴とする、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のラダー型フィルタ。

【請求項 7】

前記インダクタは、チップ型のコイル、ボンディングワイヤの少なくとも一方からなることを特徴とする、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載のラダー型フィルタ。

【請求項 8】

前記フィルタ素子はパッケージに搭載されている一方、

前記インダクタは、該パッケージ内に形成された配線からなることを特徴とする、請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のラダー型フィルタ。

【請求項 9】

前記フィルタ素子はパッケージに搭載されており、

前記インダクタは、前記フィルタ素子を搭載したパッケージが実装される実装基板上に形成された配線パターンであることを特徴とする、請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載のラダー型フィルタ。

【請求項 10】

前記直列共振子の容量値は 0.8 pF 以上 3 pF 以下であることを特徴とする、請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載のラダー型フィルタ。

【請求項 11】

前記並列共振子の容量値は 1 pF 以上 9.5 pF 以下であることを特徴とする、請求項 2 ないし 9 のいずれか 1 項に記載のラダー型フィルタ。

【請求項 1 2】

前記共振子は、圧電性基板と、前記圧電性基板上に形成された複数のくし型電極部からなる一端子対弾性表面波共振子であり、かつ、前記フィルタ素子は、弾性表面波素子であることを特徴とする、請求項 1 ないし 1 1 のいずれか 1 項に記載のラダー型フィルタ。

【請求項 1 3】

前記共振子は、開口部もしくは凹部を有する基板と、該開口部もしくは凹部上に形成されている少なくとも 1 層の圧電薄膜の上下面を少なくとも一対の上部電極および下部電極を対向させて挟む構造の振動部とを有する圧電薄膜共振子であり、かつ、前記フィルタ素子は、圧電薄膜フィルタ素子であることを特徴とする、請求項 1 ないし 1 1 のいずれか 1 項に記載のラダー型フィルタ。

【請求項 1 4】

請求項 1 ないし 1 3 のいずれか 1 項に記載のラダー型フィルタを高周波数側に通過帯域を有するフィルタとして用いたことを特徴とする、分波器。

【請求項 1 5】

請求項 1 ないし 1 3 のいずれか 1 項に記載のラダー型フィルタ、もしくは請求項 1 4 に記載の分波器を搭載したことを特徴とする、通信機。

【書類名】明細書

【発明の名称】ラダー型フィルタ、分波器、および通信機

【技術分野】

【0001】

本発明は、ラダー型フィルタに関する。本発明は、例えば自動車電話、携帯電話等の移動体通信機に好適に使用されるラダー型フィルタ、分波器、および通信機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話等の通信機の小型・軽量化・複合化が急速に進んでおり、それに伴い、従来は、分波器やトップ用フィルタにおいて、電気的特性・耐電力性に優れた誘電体フィルタが用いられてきたが、分波器やトップ用フィルタにおいても小型・軽量にできる弾性表面波（SAW）フィルタの要求が高まっている。特に分波器の送信側に用いられるフィルタには、高い耐電力性が必要とされる上、通過帯域が低挿入損失、通過帯域外（阻止帯域）が高減衰量といった誘電体フィルタなみの高性能が要求される。

【0003】

分波器の送信側に用いられる弾性表面波フィルタとしては、特許文献1に開示されている、一端子対弾性表面波共振器（共振子）を、並列腕、直列腕に配置されてなるラダー（梯子）型フィルタが最も一般的となっている。図45に、各一端子対弾性表面波共振器51、52を用いたラダー型フィルタの基本的構成を、図3にラダー型フィルタを構成している弾性表面波共振器の構造を、図46に上記ラダー型フィルタの代表的な特性を示す。

【0004】

ラダー型フィルタは、低ロスかつ広帯域であり、通過帯域の比較的近傍において大きな減衰量が得やすいという特徴により、良好な特性が得られるため、携帯電話用などに幅広く利用されてきた。

【0005】

近年の技術開発により、SAWフィルタを構成する電極膜の高耐電力化が進み、分波器の送信側フィルタとしても使われるようになってきており、AMPS方式や800MHz帯CDMA方式の分波器などはすでにラダー型フィルタのSAWフィルタにより実用化されている。

【0006】

しかし、その一方で、携帯電話用、特に分波器用ラダー型フィルタに要求される性能は厳しくなっており、更なる低挿入損失化、高減衰量化が必要となってきている。なお、下記の各特許文献2ないし4の各内容、および本願発明との各対比については後述する。

【特許文献1】日本国特許第2800905号公報（対応公開特許公報：特開平5-183380号公報、公開日：1993年7月23日）

【特許文献2】特開平9-167937号公報、公開日：1997年6月24日）

【特許文献3】日本国特許第3191473号公報（対応公開特許公報：特開平6-260876号公報、公開日：1994年9月16日）

【特許文献4】特開2002-223147号公報、公開日：2002年8月9日）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

例えば、最近になって分波器を必要とされるようになった800MHz帯のPDC方式の場合、分波器の送信用フィルタには、通過帯域の挿入損失が1dB以下、減衰量が40dB以上という非常に厳しい特性要求がある。また、この方式の場合、送信帯域が940MHz-958MHz、受信帯域が810MHz-828MHzであり、送信帯域と受信帯域の周波数間隔が112MHzもあるという特殊な周波数構成となっている。上述したAMPS方式や800MHz帯CDMA方式の送信帯域と受信帯域との間の周波数間隔は

20MHzであるので、800MHz帯のPDC方式の周波数間隔は、上述したAMP S方式等と比べて、実に5倍以上にもなる。

【0008】

しかしながら、ラダー型フィルタの減衰域は直列腕および並列腕に配置される共振子（一端子対弾性表面波共振器）の共振周波数と反共振周波数の周波数間隔によって決定され、比較的近傍の減衰量は得やすいが、通過帯域から大きく離れた周波数帯では減衰量が得られない。

【0009】

また、減衰量は、並列腕に配置される共振子（一端子対弾性表面波共振器）と直列腕に配置される共振子の容量の比によって決定されることにより、挿入損失と減衰量とは互いに完全なトレードオフの関係となっている。

【0010】

そのため、このように100MHz以上も離れた周波数帯域でありながら、通過帯域での挿入損失1dB以下、阻止帯域での減衰量40dB以上という要求特性は従来のラダー型フィルタでは実現が困難であったという問題を生じている。

【0011】

なお、上記のような問題は、開口部もしくは凹部を有するSi基板と、該開口部もしくは凹部上に形成されている少なくとも1層以上の圧電薄膜（例えば、ZnOやAlNからなる）の上下面を少なくとも一対の上部電極および下部電極を対向させて挟む構造の振動部とを有する圧電薄膜共振子を用いて構成されてなるラダー型フィルタの圧電薄膜フィルタにおいても同様に生じる問題である。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明のラダー型フィルタは、以上の課題を解決するために、ラダー型に配置された、少なくとも1つの直列共振子と、少なくとも1つの並列共振子とを有するフィルタ素子を備える、ラダー型フィルタにおいて、前記直列共振子のうち少なくとも1つにはインダクタが並列に接続されていると共に、前記インダクタが並列に接続されたことにより直列共振子の共振点よりも低域側に発生する反共振点と、前記並列共振子の共振点とが、互いに略一致されていることを特徴としている。

【0013】

上記構成では、少なくとも1つの直列共振子にインダクタを並列に接続したから、直列共振子の反共振点が高域側にシフトして、通過帯域を広げることが可能となり、また、直列共振子の共振点よりも低域側に別の反共振点が発生する。

【0014】

これらにより、上記構成においては、並列共振子の共振点と、直列共振子に並列にインダクタを接続することにより発生する、共振点よりも低域側に位置する直列共振子の反共振点を、例えば阻止帯域にて互いに一致させることで、並列共振子の共振点と、直列共振子に並列にインダクタを接続することにより発生する反共振点との、二つの効果を発揮できて、通過帯域に対する、特に低域側阻止帯域の減衰量を大きくできる。

【0015】

本発明の他のラダー型フィルタは、以上の課題を解決するために、ラダー型に配置された、少なくとも1つの直列共振子と、少なくとも1つの並列共振子とを有するフィルタ素子を備える、ラダー型フィルタにおいて、前記並列共振子のうち少なくとも1つには第1インダクタが直列に接続され、前記直列共振子のうち少なくとも1つには第2インダクタが並列に接続され、前記第1インダクタが直列に接続されたことにより低域側にシフトした並列共振子の共振点と、第2インダクタが並列に接続されたことにより直列共振子の共振点よりも低域側に発生する、反共振点とが互いに略一致されていることを特徴としている。

【0016】

上記構成によれば、少なくとも1つの並列共振子に第1インダクタを直列に接続したの

で、並列共振子の共振点が低域側にシフトして、通過帯域を広げることができ、また、並列共振子の反共振点より高域側に別の共振点が発生し、この別の共振点を、例えば高域側の阻止帯域に一致させることで、通過帯域に対する高域側阻止帯域の減衰量を大きくできる。

【0017】

また、上記構成では、少なくとも1つの直列共振子に第2インダクタを並列に接続したから、直列共振子の反共振点が高域側にシフトして、通過帯域を広げることが可能となり、また、直列共振子の共振点よりも低域側に別の反共振点が発生する。

【0018】

これらにより、上記構成においては、並列共振子に対し直列に第1インダクタを接続することにより低域側にシフトした並列共振子の共振点と、直列共振子に並列に第2インダクタを接続することにより発生する、共振点よりも低域側に位置する反共振点とを、例えば阻止帯域にて互いに一致させることで、低域側にシフトした並列共振子の共振点と、直列共振子に並列に第2インダクタを接続することにより発生する反共振点との、二つの効果を発揮できて、通過帯域に対する、特に低域側阻止帯域の減衰量を大きくできる。

【0019】

したがって、上記構成では、通過帯域に対する低域側阻止帯域の減衰量を大きくでき、かつ、通過帯域が広帯域にできる。特に、上記構成を、分波器（デュプレクサ）の、高周波数側に通過帯域を有するフィルタ（例えば送信側フィルタ）に用いると、上記フィルタは、低周波数側に通過帯域を有するフィルタ（例えば受信側フィルタ）の通過帯域でも大きな減衰量が得られるので、分波器において効果的である。

【0020】

上記ラダー型フィルタでは、前記少なくとも1つの並列共振子は、少なくとも2つの共振子を互いに並列接続して有していてもよい。

【0021】

上記ラダー型フィルタにおいては、前記少なくとも1つの並列共振子は、少なくとも2つの共振子を互いに直列接続して有していてもよい。

【0022】

上記ラダー型フィルタでは、前記少なくとも1つの直列共振子は、少なくとも2つの共振子を互いに直列接続して有していてもよい。

【0023】

上記ラダー型フィルタにおいては、前記少なくとも1つの直列共振子は、少なくとも2つの共振子を互いに並列接続して有していてもよい。

【0024】

上記構成によれば、少なくとも2つの共振子を複数段用いることで、共振子の合成容量を一定にしたまま共振子を分割した場合、基本的にはインダクタがまたがる範囲の容量が同じであれば、ほとんど同じ特性を示すことから、対数を多くすることによって、耐電力性が向上でき、また、通過帯域内のリップルを低減できる。

【0025】

上記ラダー型フィルタでは、前記インダクタは、チップ型のコイル、ボンディングワイヤの少なくとも一方からなってもよい。

【0026】

上記ラダー型フィルタでは、前記フィルタ素子はパッケージに搭載されている一方、前記インダクタは、該パッケージ内に形成された配線からなってもよい。

【0027】

上記ラダー型フィルタにおいては、前記フィルタ素子はパッケージに搭載されており、前記インダクタは、前記フィルタ素子を搭載したパッケージが実装される実装基板上に形成された配線パターンであってもよい。

【0028】

上記ラダー型フィルタでは、前記直列共振子の容量値は0.8 pF以上3 pF以下であ

ることが好ましい。上記ラダー型フィルタにおいては、前記並列共振子の容量値は 1 pF 以上 9.5 pF 以下であることが望ましい。

【0029】

上記ラダー型フィルタでは、前記共振子は、圧電性基板と、前記圧電性基板上に形成された複数のくし型電極部からなる一端子対弾性表面波共振子であり、かつ、前記フィルタ素子は、弾性表面波素子であってもよい。

【0030】

上記ラダー型フィルタにおいては、前記共振子は、開口部もしくは凹部を有する基板と、該開口部もしくは凹部上に形成されている少なくとも1層の圧電薄膜の上下面を少なくとも一対の上部電極および下部電極を対向させて挟む構造の振動部とを有する圧電薄膜共振子であり、かつ、前記フィルタ素子は、圧電薄膜フィルタ素子であってもよい。

【0031】

本発明の分波器は、前記課題を解決するために、上記のいずれかに記載のラダー型フィルタを高周波数側に通過帯域を有するフィルタとして用いたことを特徴としている。

【0032】

本発明の通信機は、前記課題を解決するために、上記のいずれかに記載のラダー型フィルタもしくは上記記載の分波器を搭載したことを特徴としている。

【発明の効果】

【0033】

本発明のラダー型フィルタは、以上のように、ラダー型に配置された、少なくとも1つの直列共振子および少なくとも1つの並列共振子を有する、ラダー型フィルタにおいて、少なくとも1つの直列共振子にはインダクタが並列に接続されてなり、並列共振子の共振点と、インダクタが並列に接続されたことにより直列共振子の共振点よりも低域側に発生する、直列共振子の反共振点とが互いに略一致されている構成である。

【0034】

それゆえ、上記構成は、並列共振子の共振点と、直列共振子に並列にインダクタを接続することにより発生する、共振点よりも低域側に位置する反共振点を、例えば阻止帯域にて互いに一致させることで、並列共振子の共振点と、直列共振子に並列にインダクタを接続することにより発生する、直列共振子の反共振点の二つの効果を発揮できて、通過帯域に対する、特に低域側阻止帯域の減衰量を大きくできる。

【0035】

したがって、上記構成では、通過帯域に対する低域側阻止帯域の減衰量を大きくでき、かつ、通過帯域が広帯域にできる。特に、上記構成を、携帯電話等の通信機に使用される分波器における、高周波数側に通過帯域を有するフィルタに用いると、上記フィルタは、低周波数側に通過帯域を有するフィルタの通過帯域でも大きな減衰量が得られるので、上記分波器において効果的であるという効果を奏する。

【0036】

本発明の他のラダー型フィルタは、以上のように、並列共振子のうち少なくとも1つには第1インダクタが直列に接続され、前記直列共振子のうち少なくとも1つには第2インダクタが並列に接続され、前記第1インダクタが直列に接続されたことにより低域側にシフトした並列共振子の共振点と、第2インダクタが並列に接続されたことにより直列共振子の共振点よりも低域側に発生する、反共振点とが互いに略一致されている構成である。

【0037】

それゆえ、上記構成は、並列共振子に対し直列に第1インダクタを接続することにより低域側にシフトした並列共振子の共振点と、直列共振子に並列に第2インダクタを接続することにより発生する、共振点よりも低域側に位置する反共振点とを、例えば阻止帯域にて互いに一致させることで、低域側にシフトした並列共振子の共振点と、直列共振子に並列に第2インダクタを接続することにより発生する反共振点との、二つの効果を発揮できて、通過帯域に対する、特に低域側阻止帯域の減衰量を大きくできる。

【0038】

したがって、上記構成では、通過帯域に対する低域側阻止帯域の減衰量を大きくでき、かつ、通過帯域が広帯域にできる。特に、上記構成を、分波器（デュプレクサ）の、高周波数側に通過帯域を有するフィルタ（例えば送信側フィルタ）に用いると、上記フィルタは、低周波数側に通過帯域を有するフィルタ（例えば受信側フィルタ）の通過帯域でも大きな減衰量が得られるので、分波器において効果的であるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

本発明の実施の形態について図1ないし図44に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0040】

本発明に係るラダー型フィルタとしての弾性表面波フィルタでは、図1および図2に示すように、第1および第2の一端子対弾性表面波共振器（共振子）5、7に対して、インダクタ（第1インダクタ）L1、およびインダクタ（第2インダクタ）L2をそれぞれ付加した2つの第1および第2の基本ユニット6、8を構成し、これら2つの第1および第2の基本ユニット6、8をラダー型（L型のラダー型）に組み合わせることにより、フィルタ素子（弾性表面波素子）が形成されている。

【0041】

まず、第1の基本ユニット6は、所定の共振周波数を有する第1の一端子対弾性表面波共振器（並列共振子）5を用い、これに対し直列にインダクタL1を接続する。そして、このような構成で、共振周波数を、反共振周波数の100MHz以上低域側にある阻止帯域に略一致させたものである。上記弾性表面波フィルタでは、第1の基本ユニット6がラダー型フィルタの並列腕として配置されている。

【0042】

図3は前記第1の一端子対弾性表面波共振器5を並列に配置した回路図および概略構成図であり、図4は前記第1の一端子対弾性表面波共振器5の等価回路を表した図である。図5は前記第1の一端子対弾性表面波共振器5を並列に配置した場合の減衰量一周波数特性を示している。

【0043】

前記第1の一端子対弾性表面波共振器5を並列に配置した場合では、反共振周波数 f_a を通過帯域に略一致させると、共振周波数 f_r において減衰極が形成され、通過帯域近傍では大きな減衰量が得られる。しかしながら、共振周波数 f_r より、さらに低域側では急激に減衰量が小さくなってしまう。

【0044】

これに対し、図6および図7で表した本発明の第1の基本ユニット6を並列に配置した場合は前記第1の一端子対弾性表面波共振器5に対して直列にインダクタL1を接続することにより、図8および図9の減衰量一周波数特性に示すように共振周波数 f_{r1} と反共振周波数 f_{a1} の周波数間隔を広げ、通過帯域から低域側に大きく離れた阻止帯域においても、共振周波数 f_{r1} による、より大きな減衰量を得ることができる。

【0045】

また、このとき、反共振周波数 f_{a1} の高域側に第2の共振周波数 f_{r1}' が形成され、通過帯域の高域側阻止帯域にも減衰極が形成される。共振周波数 f_{r1} と第2の共振周波数 f_{r1}' に基づく減衰量は、前記第1の一端子対弾性表面波共振器5の容量成分と外部のインダクタL1の関係により決定されるため、対数、交叉幅および電極線幅／電極ピッチを変えて前記第1の一端子対弾性表面波共振器5の容量を調整するか、外部のインダクタL1のインダクタンス値を調整することにより、容易に調整が可能である。

【0046】

次に、前述の第2の基本ユニット8について説明すると、第2の基本ユニット8は、前記第1の基本ユニット6の第1の一端子対弾性表面波共振器5の反共振周波数 f_{a1} に略一致する所定の共振周波数を有する第2の一端子対弾性表面波共振器（直列共振子）7に対し並列にインダクタL2を接続することにより、高域側にシフトさせた反共振周波数 f

a 2 を有し、共振周波数 f_{r2} と反共振周波数 f_{a2} との間の周波数間隔を大きくすると共に、好ましくは共振周波数 f_{r2} の 100 MHz 以上低域側にある阻止帯域に略一致する周波数に第 2 の反共振周波数 f_{a2}' による減衰極が新たに形成されたものである。本発明では、第 2 の基本ユニット 8 を、ラダー型の直列腕として配置することを特徴とする。

【0047】

図 10 は前記第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 を直列に配置した回路図であり、図 11 は前記第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 の等価回路を表した図である。図 12 は前記第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 を直列に配置した場合の減衰量一周波数特性を示している。

【0048】

前記第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 では、インダクタ L_2 を省いた場合、共振周波数 f_r を通過帯域に略一致させると、共振周波数 f_r の高域側近傍に反共振周波数 f_a による減衰極が形成される。しかしながら、反共振周波数 f_a の減衰極は共振周波数 f_r 、すなわち通過帯域の高域側に形成されるため通過帯域の低域側にある阻止帯域では減衰量が得られない。

【0049】

これに対し、図 13 および図 14 で表した本発明の第 2 の基本ユニット 8 は前記第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 に対して並列にインダクタ L_2 を接続することにより、図 15 および図 16 の減衰量一周波数特性に示すように、周波数が高域側に移動した反共振周波数 f_{a2} により、通過帯域幅を拡大し、同時に通過帯域より低域側に、新たな第 2 の反共振周波数 f_{a2}' が形成されることによって、通過帯域から低域側に大きく離れた阻止帯域においても第 2 の反共振周波数 f_{a2}' による減衰量を得ることができる。

【0050】

第 2 の反共振周波数 f_{a2}' は、前記第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 の容量成分と外部のインダクタ L_2 との関係により決定されるため、対数、交叉幅および電極線幅／電極ピッチを変えて前記第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 の容量を調整するか外部のインダクタ L_2 のインダクタンス値を調整することにより、容易に調整が可能である。

【0051】

第 2 の基本ユニット 8 をラダー型の直列腕として用いることにより、従来のラダー型フィルタとは異なり、直列腕、並列腕ともに通過帯域すなわち共振周波数 f_{r2} の低域側に減衰極を形成できるため、従来のラダー型フィルタよりも少ない素子数で低域側の減衰量を大きく稼ぐことが可能である。また、素子数を少なくすることにより、阻止帯域での減衰量を増大させつつも挿入損失を小さく抑えることが可能である。

【0052】

しかも、前記 2 つの第 1 および第 2 の基本ユニット 6、8 により形成される通過帯域に対し低域側の減衰極は周波数、減衰量ともに第 1 および第 2 の基本ユニット 6、8 で互いに独立してそれぞれ調整可能であり、100 MHz 以上低域側に離れた周波数帯域であっても容易に減衰量を得ることが可能である。この構成によって、送信帯域と受信帯域が大きく離れた特殊な周波数方式においても、最小限の素子数で、通過帯域においては極めて低挿入損失、かつ、阻止帯域では高減衰量の弾性表面波フィルタを実現できる。

【実施例】

【0053】

以下、本発明に係る弾性表面波フィルタの実施例について説明する。図 1 は本実施例の形態で作成した中心周波数 949 MHz の 800 MHz 帯 PDC 用フィルタである。図 2 はその回路構成を示した図である。上記弾性表面波フィルタでは、図 1 に示すように、例えば 41° Y カット-X 伝搬 LiNbO_3 基板からなる圧電性基板 1 と、圧電性基板 1 上に、弾性表面波を伝搬するための櫛型電極 2 と、反射器電極 3 と、ワイヤボンディングによりパッケージの電極端子と電気的に接続するためのワイヤボンディングパッド 4 とが設けられている。櫛型電極 2 と、反射器電極 3 と、ワイヤボンディングパッド 4 とは、例え

ばフォトリソグラフィ法を用いた、金属電極膜によりそれぞれ形成されている。上記櫛型電極 2 を、圧電性基板 1 上に、複数、弾性表面波の伝搬方向に沿ってそれぞれ形成することにより、第 1 および第 2 の一端子対弾性表面波共振器 5、7 がそれぞれ形成されている。

【0054】

本実施例では耐電力性を高めるため、前記金属電極膜に厚さ 10 nm の Ti 電極膜上に厚さ 171 nm の Al-1 wt % Cu (Al 合金) の電極膜を形成した積層構造を採用している。なお、上記 Al 合金は、Al 単体であってもよい。Ti はチタン、Al はアルミニウム、Cu は銅を示す。

【0055】

図 2 において、第 1 の基本ユニット 6 は、第 1 の一端子対弾性表面波共振器（並列共振子）5 と、それに直列に接続されたインダクタ L1 とによって構成されている。第 2 の基本ユニット 8 は、第 2 の一端子対弾性表面波共振器（直列共振子）7 と、それに並列に接続されたインダクタ L2 とによって構成されている。

【0056】

本実施例では、圧電性基板 1 としては、 41° Y カット-X 伝搬 LiNbO₃ 基板の例を挙げているが、 41° Y カット-X 伝搬 LiNbO₃ 基板に限定されるものではなく、送信帯域と受信帯域の周波数関係および挿入損失と減衰量の関係から、 64° Y カット-X 伝搬 LiNbO₃、 128° Y カット-X 伝搬 LiNbO₃、 $38.5^\circ \sim 55^\circ$ Y カット-X 伝搬 LiTaO₃ など、カット角の異なる LiNbO₃ 基板や LiTaO₃ 基板に適宜用いることが可能である。

【0057】

本実施例では、第 1 の基本ユニット 6 を構成する第 1 の一端子対弾性表面波共振器 5 の段数は 1 段構成としたが、通過帯域で弾性表面波が励振される、第 2 の基本ユニット 8 では、電力分散による耐電力性向上を目的として第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 は 2 段構成とした。

【0058】

このように、直列共振子となる第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7、および、並列共振子となる第 1 の一端子対弾性表面波共振器 5 は、少なくとも 1 つの一端子対弾性表面波共振器からなっていればよい。また、圧電性基板 1 と、圧電性基板 1 上にそれぞれ形成された第 1 および第 2 の一端子対弾性表面波共振器 5、7 とによって、弾性表面波素子が形成されている。

【0059】

上述の弾性表面波素子は、図 17 に示すように、セラミック製のパッケージ 20 に納められる。パッケージ 20 は、実装基板に実装されると共に、第 1 の基本ユニット 6 および第 2 の基本ユニット 8 を構成するチップ型の各インダクタ L1、L2 も同様に実装基板に実装されている。本実施例ではインダクタ L1、L2 をチップ部品で構成した。

【0060】

しかしながら、特に第 1 の基本ユニット 6 を構成するインダクタ L1 などは小さいインダクタンス値で済むため、圧電性基板 1 上に電極配線として構成する、またはパッケージ 20 内の電極配線で構成する、あるいはパッケージ 20 を実装した実装基板上の配線パターンで構成するという方法でも実現可能である。

【0061】

一方、インダクタ L2 は、比較的大きなインダクタンス値が必要であり、意図的に付加したインダクタ、例えばチップ部品のコイルで形成されることが好ましい。本実施例に用いた設計のパラメータを下記の表 1 に示す。

【0062】

【表 1】

ユニット	交叉幅	楕型電極対数	反射器本数	インダクタ
第 1 の基本ユニット	62.5 μm	160 対	10 本	2.7 nH
第 2 の基本ユニット	50 μm	112 対	10 本	12 nH
	50 μm	112 対	10 本	

【0063】

本実施例の形態で作製した弾性表面波フィルタの特性を図 18 に示す。上記弾性表面波フィルタを、所望する一例としての 800 MHz 帯 PDC 方式の送信側フィルタに用いた場合、上記送信側フィルタの周波数帯域での実力値は、通過帯域である 940 MHz - 958 MHz において挿入損失 0.66 dB、所望する阻止帯域となる 810 MHz - 828 MHz において 45.9 dB の減衰特性（減衰ピーク 22 参照）が得られた。上記の所望する阻止帯域とは、800 MHz 帯 PDC 方式では、受信側フィルタの通過帯域に相当するものである。

【0064】

このように本実施例では、第 1 の基本ユニット 6 を構成するインダクタ L_1 を調整することによって、第 1 の基本ユニット 6 における、共振周波数 f_{r1} の減衰極を通過帯域から低周波数側に大きく離れた阻止帯域まで移動させることができる。

【0065】

また、第 2 の基本ユニット 8 ではインダクタ L_2 を第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 に対し並列に接続することにより、第 2 の基本ユニット 8 における反共振周波数 f_{a2} を高域側に移動させて通過帯域幅を広げるとともに、本来（インダクタ L_2 を省いたもの）は直列腕に配置した第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 では現れない、通過帯域より低域側にも新たな反共振周波数 f_{a2}' の減衰極を形成することが可能である。

【0066】

このような第 2 の基本ユニット 8 による反共振周波数 f_{a2}' の減衰極も第 1 の基本ユニット 6 の場合と同様にインダクタ L_2 を調整することにより、減衰極の周波数を阻止帯域に合わせることが可能である。

【0067】

本実施例の場合、第 1 の基本ユニット 6 により形成された共振周波数 f_{r1} の減衰極と第 2 の基本ユニット 8 により形成された反共振周波数 f_{a2}' の減衰極とを阻止帯域内にて互いに略一致させる。これにより、通過帯域より低域側において高減衰量を確保することが可能である。

【0068】

このことによって、本実施例では、第 1 の基本ユニット 6 の並列腕、第 2 の基本ユニット 8 の直列腕、それぞれ 1 素子という最小限の素子数で、かつ、通過帯域での挿入損失を小さく抑えながら、通過帯域外（例えば、通過帯域の低域側となる通過帯域外となる阻止帯域）での減衰量を増大させることが可能である。

【0069】

したがって、本発明の弾性表面波フィルタは、通過帯域に対して、低域側において大きな減衰量を確保できるから、携帯電話等の通信機における分波器の送信側フィルタ、特に、送信側の通過帯域に対して、受信側の通過帯域が 100 MHz ~ 200 MHz と大幅に低域側に設定されている、800 MHz 帯 PDC 方式の通信機における分波器の送信側フィルタに好適に使用できる。

【0070】

以下に、本実施例と、各比較例との特性の比較結果を説明する、まず、比較例として、本実施例から、各インダクタ L_1 、 L_2 を省いたものを作製し、その比較例と本実施例と

の、挿入損失一周波数の特性を図19にそれぞれ合わせて示した。図19から明らかなように、本実施例は、比較例と比べて、通過帯域が広くなり、かつ挿入損失も小さくなっており、その上、通過帯域に対して低域側の通過帯域外（特に100MHz以上低域側）の減衰量が、比較例より大幅に大きいことが分かる。

【0071】

また、他の比較例として、本実施例から、インダクタL2を省いたものを作製し、上記の他の比較例と本実施例との、挿入損失一周波数の特性を図20にそれぞれ合わせて示した。図20から明らかなように、本実施例は、他の比較例と比べて、通過帯域が広くなり、かつ挿入損失も小さくなっており、その上、通過帯域に対して低域側の通過帯域外（特に100MHz以上低域側）の減衰量が、他の比較例より大幅に大きいことが分かる。

【0072】

また、さらに他の比較例として、本実施例から、インダクタL1を省いたものを作製し、上記のさらに他の比較例と本実施例との、挿入損失一周波数の特性を図21にそれぞれ合わせて示した。図21から明らかなように、本実施例は、さらに他の比較例と比べて、通過帯域での挿入損失が小さくなっており、その上、通過帯域に対して低域側の通過帯域外（特に100MHz以上低域側）の減衰量が、さらに他の比較例より大幅に大きいことが分かる。

【0073】

なお、上記実施例では、L型のラダー型を用いて例を挙げたが、他のラダー型でもよく、例えば図22に示すT型や、図23に示す π 型でもよい。つまり、少なくとも1つの直列共振子に並列にインダクタが接続されていれば、どのようなラダー型の構成でもよい。

【0074】

また、図24(a)～(d)に示すように、第1および第2の一端子対弾性表面波共振器5、7を複数段に分割した構成（互いに、直列や並列に接続した）としてもよい。このような複数段構成とすると、対数を多くできることによってリップルの発生を低減でき、また、耐電力性を向上できる。

【0075】

以下に、本願発明と、従来技術（特許文献2ないし4）との差異について、詳細に説明する。なお、特許文献4に係る特性図を作成するために用いたフィルタには、比較しやすいように、本願発明と同じ基板を用いている。

【0076】

本願発明は、図25に示すように、直列共振子に対し並列にインダクタL（12nH）を接続することによって、図26に示すように、通過帯域より低域側に新たに発生する反共振点（fa'）を、共振子の容量値およびインダクタの値を調整して、並列共振子の共振点に一致させている。これにより、通過帯域に対する低域側の減衰量を改善するものである。

【0077】

上述の特許文献2（特開平9-167937号公報）では、特許文献2の明細書の図12に記載されているように、3つの直列共振子のうち、1つの直列共振子に対して並列にインダクタを接続する構造が開示されている。このような構造にすることで、並列に接続されたインダクタによって、並列にインダクタを接続された直列共振子の反共振点が、周波数の高域側にシフトすることを利用し、残余の直列共振子の反共振点で通過帯域高域側の減衰極を形成すると共に、周波数の高域側にシフトした並列にインダクタを接続された直列共振子の反共振点によって、さらに、通過帯域高域側の帯域外の減衰量を改善するものである。

【0078】

しかしながら、上記の構成では、直列共振子に並列にインダクタを接続することにより、通過帯域より低域側に新たに発生する反共振点については何ら考慮されておらず、通過帯域低域側の減衰量を大きくすることは出来ない。

【0079】

また、特許文献3（日本国特許第3191473号公報）においては、特許文献3の明細書の図17に記載されているように、全ての直列共振子をまたぐようにして、インダクタが並列に接続されている。このような構造にすることで、直列共振子の反共振点が周波数の高域側にシフトすることを利用し、通過帯域を広帯域化するものである。

【0080】

しかしながら、上記の構成では、直列共振子に並列にインダクタを接続することにより、通過帯域より低域側に新たに発生する反共振点については何ら考慮されておらず、通過帯域低域側の減衰量を大きくすることは出来ない。

【0081】

また、特許文献4（特開2002-223147号公報）では、特許文献4の図1に記載されているように、直列共振子にインダクタとキャパシタが並列に接続されている。このような構造にすることで、直列共振子の反共振点の周波数を調整している。

【0082】

図27は、特許文献4の第1の実施形態に記載されている直列共振子の構成を示し、図28は、特許文献4に係る第1の実施形態の構成における直列共振子のインピーダンス特性を示す。このとき、直列共振子に並列に接続されるインダクタL1の値は0.1nHであり、直列共振子に直列に接続されるインダクタL2の値は0.1nHであり、直列共振子に並列に接続されるコンダクタCの値は0.5pFである。

【0083】

特許文献4の第1の実施形態では、直列共振子にインダクタL1とキャパシタCとを並列に接続することにより、直列共振子の反共振点を低域側にシフトさせ、共振点－反共振点の間隔を小さくすることで、通過帯域高域側の急峻性を高めるものである。直列共振子の反共振点を低域側にシフトする役割はキャパシタCが担っており、インダクタL1はそれを補正するために用いられている。

【0084】

図29は、特許文献4に係る第2の実施形態の構成における直列共振子のインピーダンス特性を示す。このとき、並列に付加されるインダクタL1の値は200nHであり、直列共振子に直列に接続されるインダクタL2の値は0.5nHであり、直列共振子に並列に接続されるコンダクタCの値は0.5pFである。

【0085】

特許文献4の第2の実施形態では、直列共振子にインダクタとキャパシタとを並列に接続することにより、直列共振子の反共振点を高域側にシフトさせ、通過帯域を広帯域化するものである。直列共振子の共振点の低域側には反共振点が新たに発生するが、この反共振点は使用されていない。

【0086】

一方、本願発明の実施の形態では、並列共振子に直列にインダクタが接続されている。並列共振子に直列にインダクタが接続されることによって、並列共振子の共振点が低域側にシフトする。これにより、通過帯域を広帯域化するものである。

【0087】

特許文献4においては、2つの並列共振子のグラウンドを共通化した後、有極用インダクタ（有極用L）が直列に接続されている構造が示されているが、本願発明の実施の形態における、並列共振子に直列に接続されているインダクタと、特許文献4における有極用インダクタ（有極用L）とは、下記に説明するように、その作用と得られる効果が全く異なる。

【0088】

図30および図31に、特許文献4における、前記第2および第1の各実施形態に記載の構成の伝送特性をそれぞれ示す。特許文献4の構成では、並列共振子の共振点より低域側に、新たに減衰極が発生する。有極用インダクタの接続により新たに発生する減衰極は、直列共振子の両側に配置された並列共振子のグラウンドを共通にした後に、有極用インダクタを付加することにより発生するものであり、並列共振子1つでは発生しないものであ

る。

【0089】

一方、本願発明における並列共振子の共振点による減衰極は、図9に示すとおり、インダクタを直列に接続することにより、並列共振子の共振点が低域側へシフトしたものである。よって、本願発明の並列共振子による減衰極と有極用インダクタ付加による減衰極は発生のメカニズムの異なるものである。

【0090】

なお、特許文献4では、直列共振子に並列インダクタを付加することにより、図31に示すように、新たに発生した反共振点 $f_{a'}$ は有極用インダクタ付加により新たに発生した減衰極より 200 MHz 以上低域側に存在している。よって、本願発明と特許文献4に記載の発明とは明らかに相異なる構成であることが分かる。

【0091】

その上、上記のように特許文献4では、直列共振子の反共振点の周波数調整が目的であり、直列共振子に並列にインダクタを接続することにより、通過帯域より低域側に新たに発生する反共振点については何ら考慮されておらず、通過帯域低域側の減衰量を大きくすることは出来ない。また、並列共振子に接続されるインダクタの働きも本願発明とは全く異なっている。

【0092】

以下に、本願発明における、共振子の容量値の好ましい範囲について説明する。本願発明の構成は、直列共振子に並列にインダクタを付加することにより、直列共振子の共振点よりも低域側に発生する直列共振子の反共振点と、並列共振子に直列にインダクタを付加すること（図32参照）により、低域側にシフトする並列共振子の共振点とを、通過帯域よりも低域側の減衰帯域に略一致させて減衰極を形成し、高減衰量を得るものである（図33参照）。

【0093】

減衰極の周波数および減衰量は直列共振子、並列共振子それぞれの容量値と、それぞれの共振子に接続されるインダクタンス値によって決定される。減衰極の周波数は共振子の容量値に合わせて、接続されるインダクタのインダクタンス値を変えていくことで同じ周波数に設定することが可能である。

【0094】

そこで、図34に示すように、減衰極の周波数を固定した状態で直列共振子の共振子容量を、1.29 pF（破線）から0.65 pF（実線）と小さくしていった場合、減衰特性は改善されるが挿入損失は増大する傾向にある。逆に、図35に示すように、直列共振子の共振子容量を1.29 pF（破線）から3.22 pF（実線）と大きくしていった場合には、挿入損失は改善されるが減衰特性は悪化する。

【0095】

41° YカットーX伝搬 LiNbO_3 基板を用い、共振子の対数を種々変化させて直列共振子の容量を変えた場合における、各特性のシミュレーション結果を図36、図37および表2に示す。図37に示す帯域幅は、最小挿入損失を示す周波数に対し、1 dB 落ちまでの挿入損失を示す周波数幅を示す。なお、直列共振子の容量の変化に合わせて、減衰極の周波数を一定にするために、並列に接続するインダクタのインダクタンス値も変化させている。

【0096】

【表 2】

容量 (pF)	対数	交叉幅 (μm)	duty	付加 インダクタンス (nH)	挿入損失 (dB)	減衰量 (dB)	帯域幅 (MHz)
0.65	30	50	0.4	24.0	1.09	47.79	21.010
0.86	40	50	0.4	18.5	0.87	46.33	31.493
1.08	50	50	0.4	15.0	0.80	45.19	41.909
1.29	60	50	0.4	12.5	0.74	43.32	49.278
1.50	70	50	0.4	10.5	0.72	42.09	54.196
1.72	80	50	0.4	9.2	0.72	41.02	56.403
1.93	90	50	0.4	8.2	0.71	40.17	57.077
2.15	100	50	0.4	7.2	0.71	38.88	58.985
2.58	120	50	0.4	5.8	0.71	36.53	60.750
3.22	150	50	0.4	4.5	0.71	34.02	61.332
3.86	180	50	0.4	3.6	0.72	31.58	61.152
4.29	200	50	0.4	3.1	0.72	30.05	60.818

【0097】

図36、図37および表2から明らかなように、共振子容量が小さくなると減衰量が大きく取れるようになるが挿入損失が増大し、帯域幅が減少する。図36、図37における、縦の破線は、本発明の実施例（容量が1.29 pF）の測定結果を示す。

【0098】

PDC市場においての分波器（デュプレクサ）に対する特性要求は非常に厳しく、実際に分波器が用いられる特性としては、おおよそ分波時において挿入損失1.2 dB以下、減衰量38 dB以上程度が必要となっている。分波器化することにより、挿入損失の悪化分約0.3 dB、減衰量改善分約3 dBを考慮すると、単体の特性としては挿入損失0.9 dB以下、減衰量35 dB以上が望ましい。

【0099】

本願発明の設計では、直列共振子の容量が0.8 pFよりも小さくなると、挿入損失が0.9 dBよりも大きくなってしまい急速に悪化する。また、容量が大きくなると減衰量が悪化し、容量値が3 pFを超えると、35 dB未満まで悪化する。したがって、直列共振子の容量値は0.8 pF以上3 pF以下（図36、図37の縦の各二重線）に設定することが望ましい。

【0100】

同様に、並列共振子の容量値を変えた場合を図38、図39に示す。並列共振子の共振子容量を4.29 pF（破線）から1.08 pF（実線）と小さくしていった場合、図38のように挿入損失が改善するが減衰量が悪化する。また、並列共振子の共振子容量を4.29 pF（破線）から10.7 pF（実線）と大きくした場合は、図39のように帯域幅が減少し挿入損失が悪化する。

【0101】

41° YカットーX伝搬LiNbO₃基板を用い、共振子の対数を種々変化させて、並

列共振子容量を変えた場合のシミュレーション結果を図40、図41および表3に示す。なお、並列共振子の容量の変化に合わせて、減衰極の周波数を一定にするために、直列に接続するインダクタのインダクタンス値も変化させている。図40、図41における、縦の破線は、本発明の実施例（容量が4.29 pF）の測定結果を示す。図41に示す帯域幅も、前記の図37に示す帯域幅と同様に測定されたものである。

【0102】

【表3】

容量 (pF)	対数	交叉幅 (μm)	duty	付加 インダクタンス (nH)	挿入損失 (dB)	減衰量 (dB)	帯域幅 (MHz)
0.65	30	50	0.4	16.5	0.63	30.77	51.304
1.08	50	50	0.4	11.0	0.67	35.50	56.123
1.50	70	50	0.4	8.2	0.67	38.27	57.331
1.93	90	50	0.4	6.2	0.70	39.85	55.316
2.15	100	50	0.4	5.7	0.68	40.20	56.398
3.22	150	50	0.4	3.5	0.75	43.05	50.505
4.29	200	50	0.4	2.7	0.74	43.32	49.278
5.36	250	50	0.4	2.1	0.75	44.70	46.866
6.43	300	50	0.4	1.7	0.76	45.52	41.261
8.58	400	50	0.4	1.2	0.82	45.95	34.885
10.7	500	50	0.4	0.8	0.97	45.80	22.686

【0103】

この場合も直列共振子の場合と同様に、挿入損失0.9 dB以下、減衰量35 dB以上を実現できる容量値を求めると、並列共振子の容量値は1 pF以上9.5 pF以下（図40、図41の縦の各二重線）であることが望ましい。

【0104】

なお、上記実施の形態、実施例では、ラダー型フィルタにSAWフィルタを用いた例を挙げたが、上記に限定されるものではなく、SAWフィルタに代えて、圧電薄膜フィルタ（圧電薄膜フィルタ素子）を用いても、上記実施の形態、実施例に記載と同様の効果を発揮できるラダー型フィルタを得ることができる。

【0105】

そのような圧電薄膜フィルタにおいて、ラダー型にそれぞれ配置される圧電薄膜共振子としては、図42に示すものが一例として挙げられる。図42に示すように、上記圧電薄膜共振子21は、シリコンからなる支持基板22の開口部24上に絶縁膜23を備え、その絶縁膜23上における開口部24に面する位置に圧電薄膜26をその上下（圧電薄膜26の厚さ）方向からそれぞれ挟むように下部電極25および上部電極27を形成して有するものである。

【0106】

よって、上記圧電薄膜共振子21では、下部電極25および上部電極27にて挟まれた位置の圧電薄膜26、絶縁膜23により振動部が構成されるダイヤフラム構造を形成できる。開口部24は支持基板22をその厚さ方向に貫通するように形成されている。絶縁膜

23は、二酸化珪素 (SiO_2)、アルミナ (Al_2O_3) またはそれらの多層構造からなるものである。圧電薄膜26は、酸化亜鉛 (ZnO) や窒化アルミニウム (AlN) などからなるものである。

【0107】

なお、上記開口部24に代えて、図43に示すように、上記圧電薄膜共振子21aは、ダイヤフラム構造に面した位置に開口し、支持基板22をその厚さ方向に貫通しない凹部24aを支持基板22に形成したものであってもよい。

【0108】

次に、上記実施例に記載の弾性表面波フィルタや、圧電薄膜フィルタを用いた通信機について図44に基づき説明する。上記通信機100は、受信を行うレシーバ側 (R_x 側) として、アンテナ101、アンテナ共用部 (分波器) / $RF\ Top$ フィルタ102、アンプ103、 R_x 段間フィルタ104、ミキサ105、1st IF フィルタ106、ミキサ107、2nd IF フィルタ108、1st + 2nd ローカルシンセサイザ111、TCXO (temperature compensated crystal oscillator (温度補償型水晶発振器)) 112、デバイダ113、ローカルフィルタ114を備えて構成されている。

【0109】

R_x 段間フィルタ104からミキサ105へは、図44に二本線で示したように、バランス性を確保するために各平衡信号にて送信することが好ましい。

【0110】

また、上記通信機100は、送信を行うトランスミッタ側 (T_x 側) として、上記アンテナ101および上記アンテナ共用部 / $RF\ Top$ フィルタ102を共用するとともに、 T_x IF フィルタ121、ミキサ122、 T_x 段間フィルタ123、アンプ124、カップラ125、アイソレータ126、APC (automatic power control (自動出力制御)) 127を備えて構成されている。

【0111】

そして、上記のアンテナ共用部 / $RF\ Top$ フィルタ102、 R_x 段間フィルタ104、1st IF フィルタ106、 T_x IF フィルタ121、 T_x 段間フィルタ123には、上述した本発明の弾性表面波フィルタや、圧電薄膜フィルタが好適に利用できる。

【0112】

本発明に係る弾性表面波フィルタや、圧電薄膜フィルタは、前述したように優れたフィルタ機能を備えることができるものである。よって、上記弾性表面波フィルタや、圧電薄膜フィルタを有する本発明の通信機は、伝送特性を向上できるものとなっている。

【産業上の利用可能性】

【0113】

本発明に係るラダー型フィルタは、通過帯域における小さな挿入損失、およびその通過帯域に対して低域側での大きな減衰量という、優れたフィルタ特性を発揮できるから、携帯電話などの通信機における分波器の高域側フィルタとして好適に使用できて、通信分野での利用に好適なものである。

【図面の簡単な説明】

【0114】

【図1】 本発明に係るラダー型フィルタとしての弾性表面波フィルタにおける実施例の電極パターンを示す概略斜視図である。

【図2】 上記弾性表面波フィルタの回路構成図である。

【図3】 上記弾性表面波フィルタにおける、第1の一端子対弾性表面波共振器の回路図および概略構成図である。

【図4】 上記第1の一端子対弾性表面波共振器の等価回路図である。

【図5】 上記の第1の一端子対弾性表面波共振器の減衰量一周波数特性を示すグラフである。

【図6】 上記弾性表面波フィルタにおける第1の基本ユニットの回路図である。

【図7】 上記第1の基本ユニットの等価回路図である。

- 【図 8】上記第 1 の基本ユニットの減衰量一周波数特性を示すグラフである。
- 【図 9】上記図 5 と図 8 とを重ね合わせて示したグラフである。
- 【図 10】上記弾性表面波フィルタにおける、第 2 の一端子対弾性表面波共振器の回路図である。
- 【図 11】上記第 2 の一端子対弾性表面波共振器の等価回路図である。
- 【図 12】上記第 2 の一端子対弾性表面波共振器の減衰量一周波数特性を示すグラフである。
- 【図 13】上記弾性表面波フィルタにおける、第 2 の基本ユニットの回路図である。
- 【図 14】上記第 2 の基本ユニットの等価回路図である。
- 【図 15】上記第 2 の基本ユニットの減衰量一周波数特性を示すグラフである。
- 【図 16】上記図 12 と図 15 とを重ね合わせて示したグラフである。
- 【図 17】上記弾性表面波フィルタ、および上記弾性表面波フィルタを搭載したパッケージの概略構成図である。
- 【図 18】上記弾性表面波フィルタの電気的特性を示すグラフである。
- 【図 19】上記弾性表面波フィルタと比較例の弾性表面波フィルタとの各電気的特性を合わせて示すグラフである。
- 【図 20】上記弾性表面波フィルタと、他の比較例の弾性表面波フィルタとの各電気的特性を合わせて示すグラフである。
- 【図 21】上記弾性表面波フィルタとさらに他の比較例の弾性表面波フィルタとの各電気的特性を合わせて示すグラフである。
- 【図 22】上記弾性表面波フィルタの一変形例を示す回路図である。
- 【図 23】上記弾性表面波フィルタの他の一変形例を示す回路図である。
- 【図 24】(a) ~ (d) は上記弾性表面波フィルタのさらに他の各変形例をそれぞれ示す回路図である。
- 【図 25】本発明に係る、直列共振子に並列にインダクタを付加した例を示す回路ブロック図である。
- 【図 26】図 25 の回路のインピーダンス特性を示すグラフである。
- 【図 27】特許文献 4 に記載の第 1 の実施形態に係る要部構成を示す回路ブロック図である。
- 【図 28】特許文献 4 に記載の第 1 の実施形態に係る構成のインピーダンス特性を示すグラフである。
- 【図 29】特許文献 4 に記載の第 2 の実施形態に係る構成のインピーダンス特性を示すグラフである。
- 【図 30】特許文献 4 に記載の第 2 の実施形態に係る構成の伝送特性を示すグラフである。
- 【図 31】特許文献 4 に記載の第 1 の実施形態に係る構成の伝送特性を示すグラフである。
- 【図 32】本願発明の並列共振子に対し、直列にインダクタを付加した回路ブロック図である。
- 【図 33】図 32 の回路のインピーダンス特性を示すグラフである。
- 【図 34】本願発明のラダー型フィルタと、その直列共振子の容量を小さく設定した比較としてのフィルタとにおける、伝送特性をそれぞれ示すグラフである。
- 【図 35】本願発明のラダー型フィルタと、その直列共振子の容量を大きく設定した比較としてのフィルタとにおける、伝送特性をそれぞれ示すグラフである。
- 【図 36】本願発明の構成における、直列共振子容量と各特性との関係を示すグラフである。
- 【図 37】本願発明の構成における、直列共振子容量と帯域幅 (1 dB 落ち) との関係を示すグラフである。
- 【図 38】本願発明のラダー型フィルタと、その並列共振子の容量を小さく設定した比較としてのフィルタとにおける、伝送特性をそれぞれ示すグラフである。

【図 3 9】本願発明のラダー型フィルタと、その並列共振子の容量を大きく設定した比較としてのフィルタとにおける、伝送特性をそれぞれ示すグラフである。

【図 4 0】本願発明の構成における、並列共振子容量と各特性との関係を示すグラフである。

【図 4 1】本願発明の構成における、並列共振子容量と帯域幅（1 dB 落ち）との関係を示すグラフである。

【図 4 2】本発明のラダー型フィルタに用いる圧電薄膜共振子の断面図である。

【図 4 3】上記圧電薄膜共振子の一変形例の断面図である。

【図 4 4】上記弾性表面波フィルタや圧電薄膜フィルタを用いた通信機の要部ブロック図である。

【図 4 5】従来のラダー型フィルタの基本構成図である。

【図 4 6】従来のラダー型フィルタの代表特性を示すグラフである。

【符号の説明】

【0115】

1：圧電性基板

2：櫛型電極

3：反射器電極

4：ワイヤボンディングパッド

5：第1の一端子対弾性表面波共振器（並列共振子）

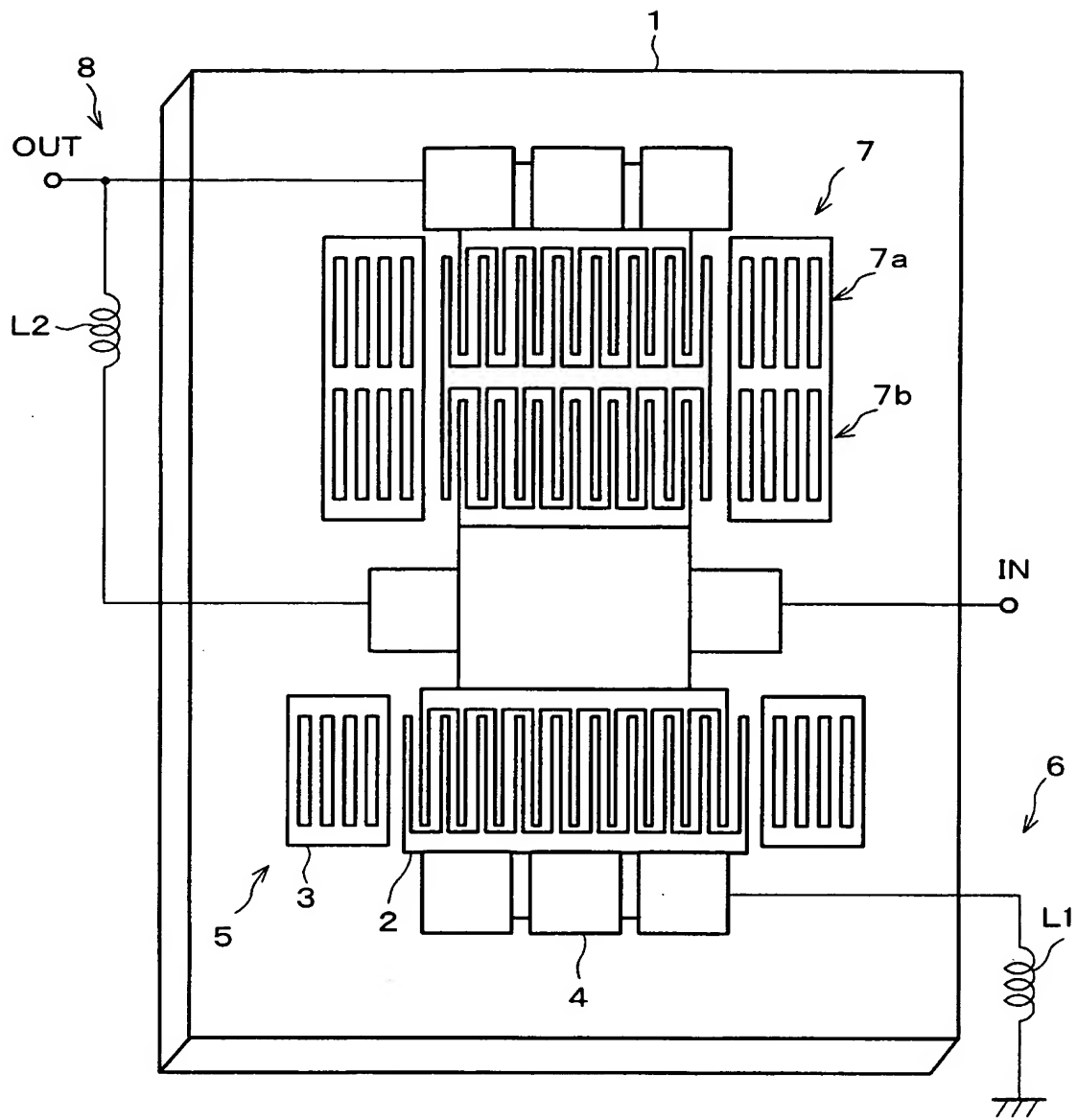
6：第1の基本ユニット

7：第2の一端子対弾性表面波共振器（直列共振子）

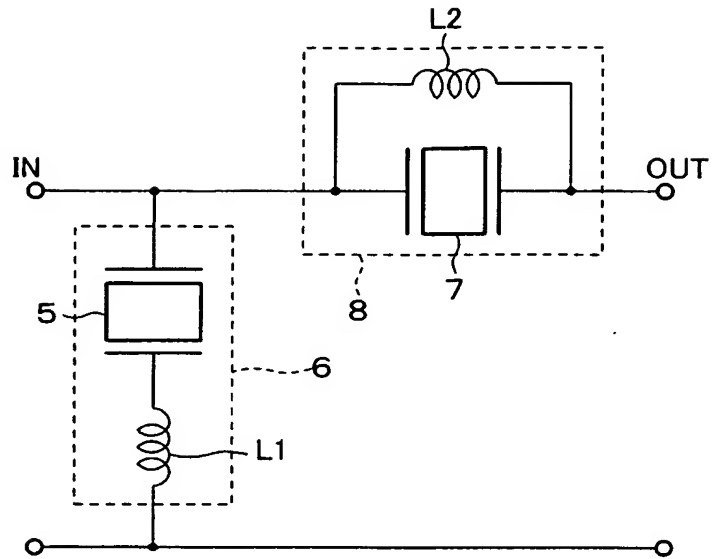
8：第2の基本ユニット

L1、L2：インダクタ

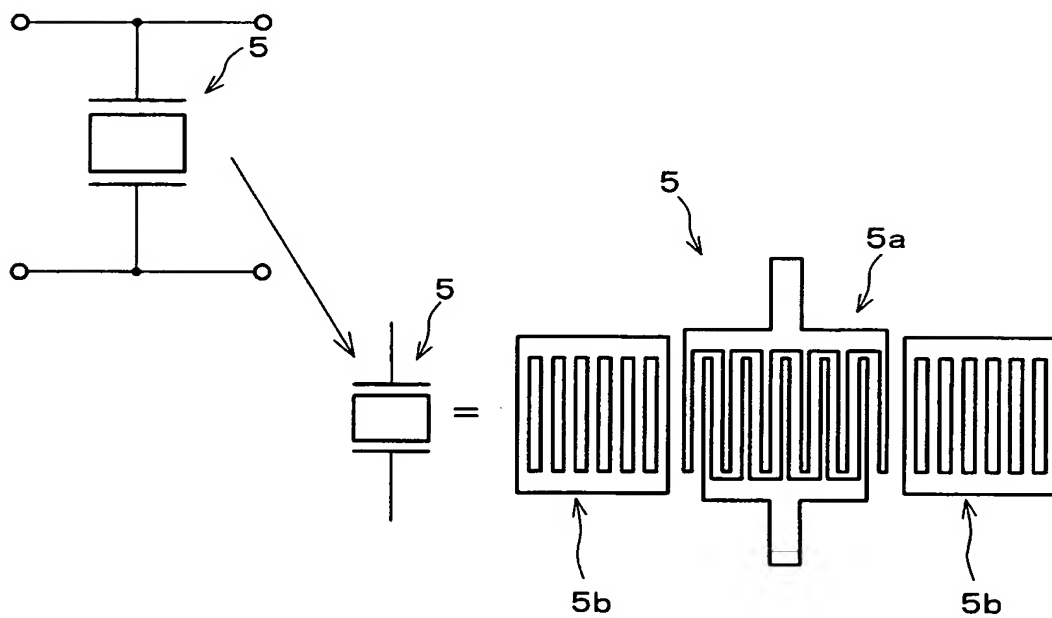
【書類名】 図面
【図 1】



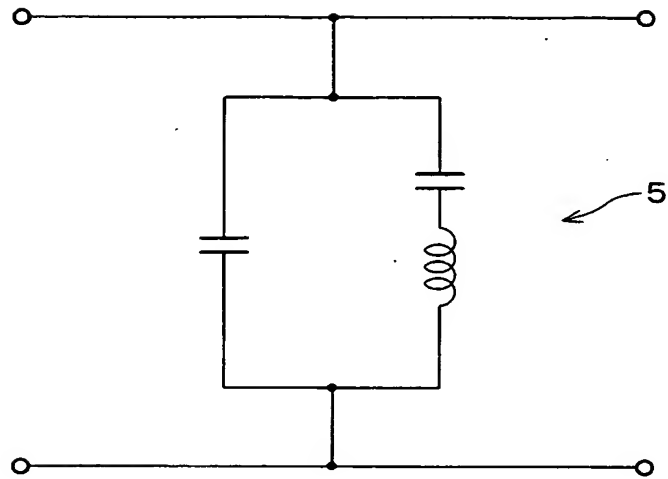
【図 2】



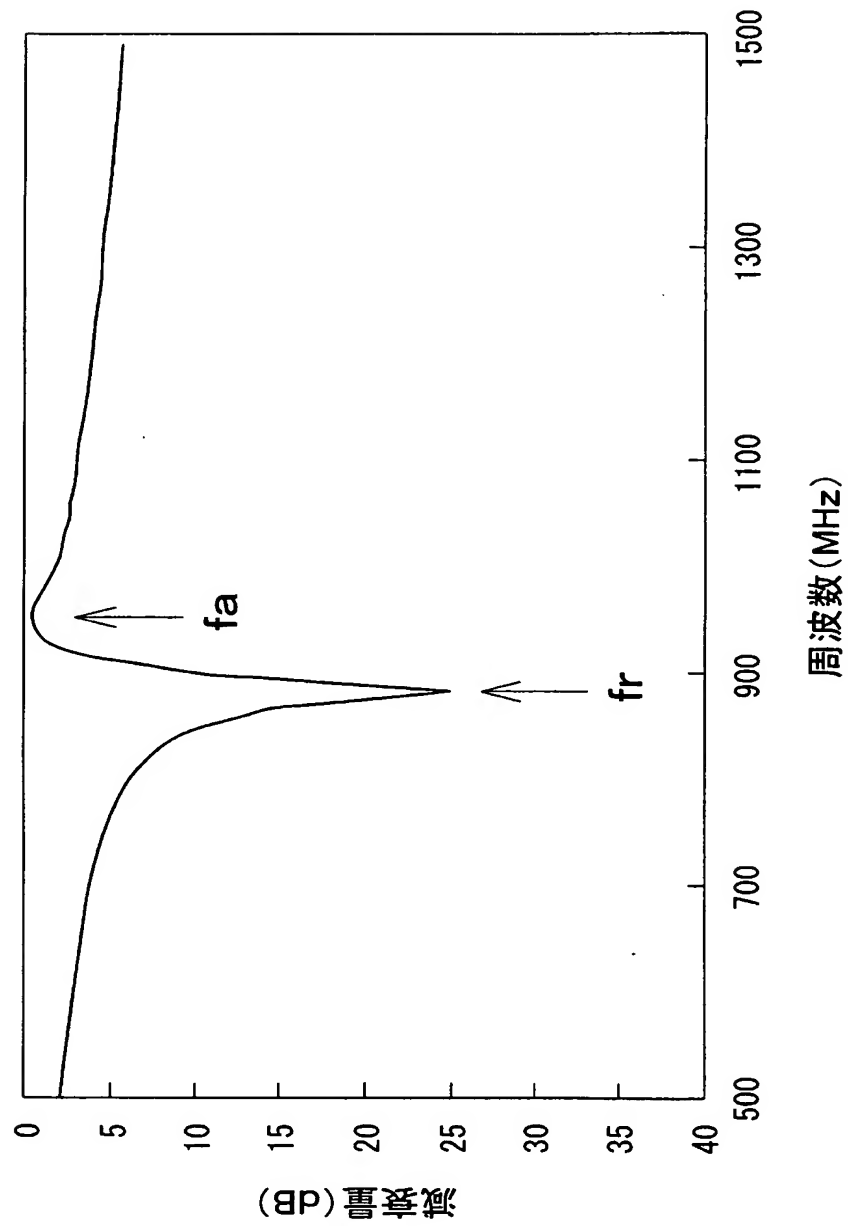
【図 3】



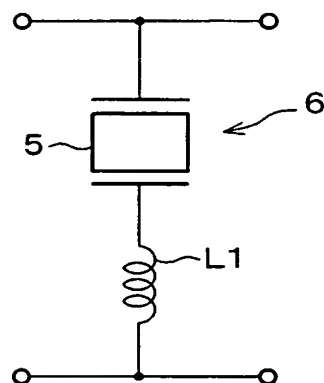
【図 4】



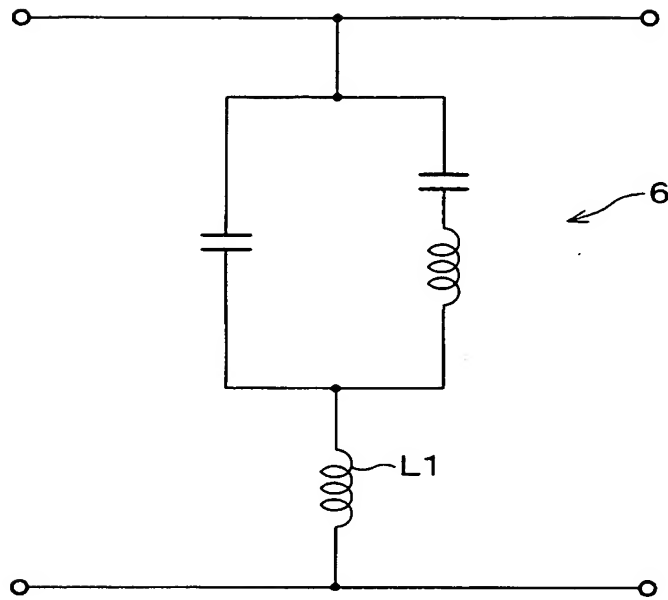
【図 5】



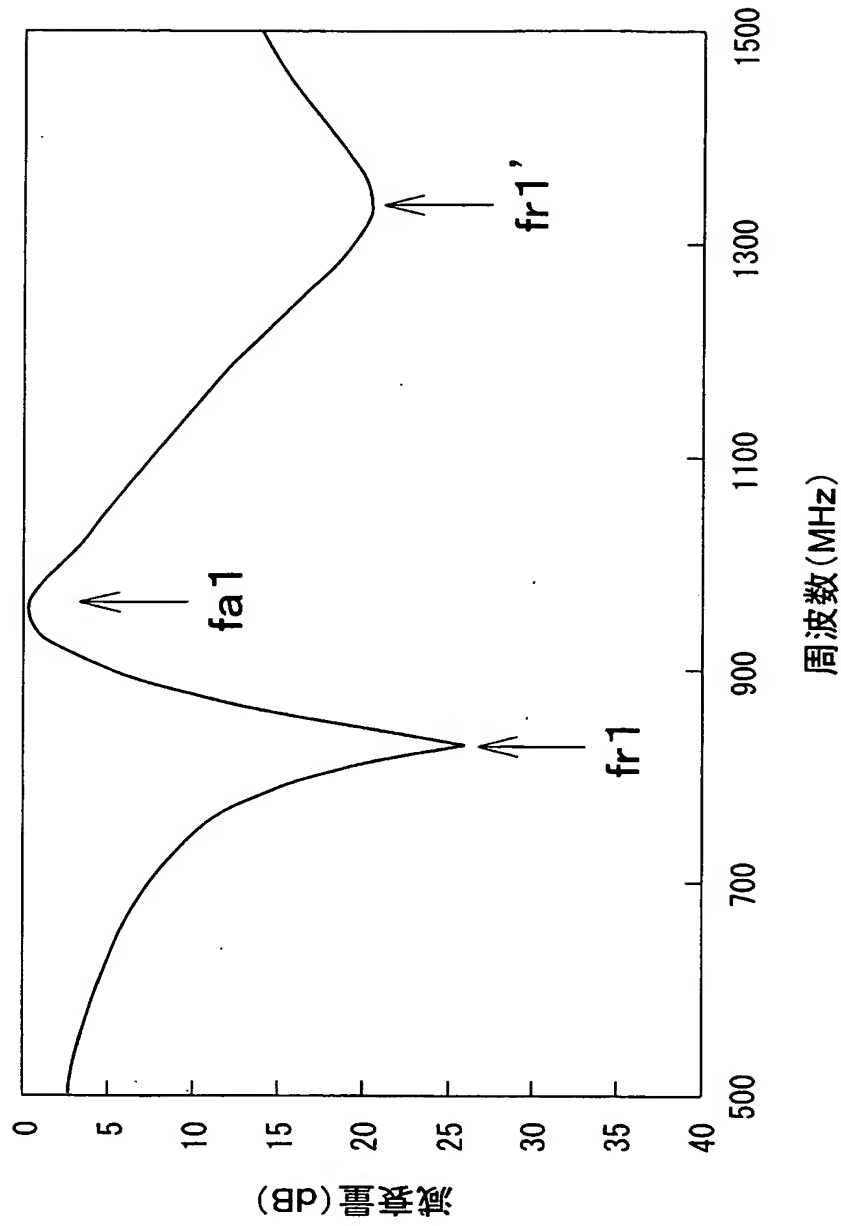
【図 6】



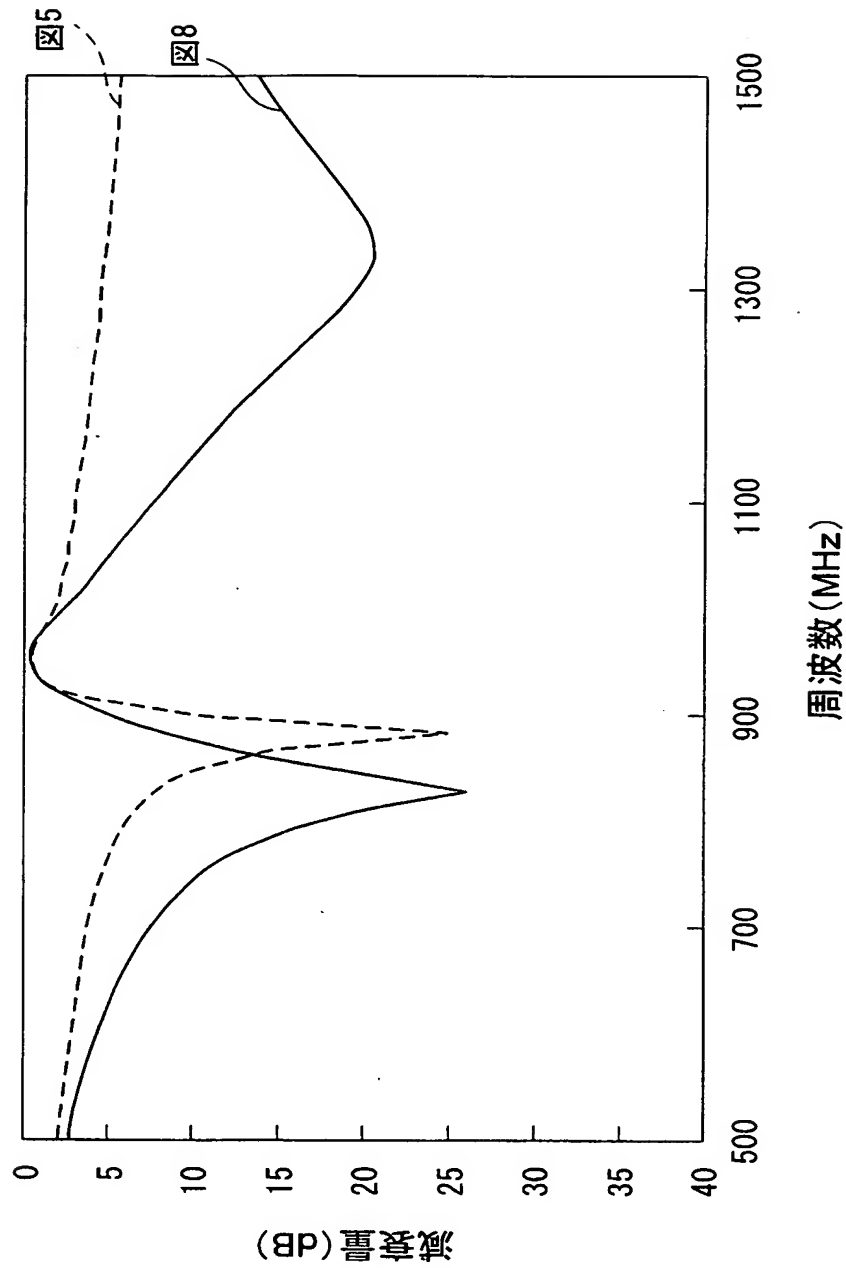
【図 7】



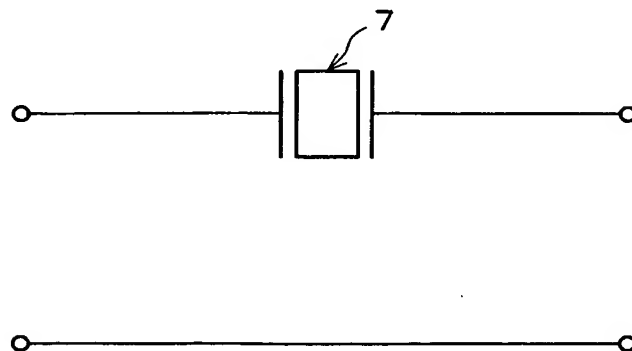
【図 8】



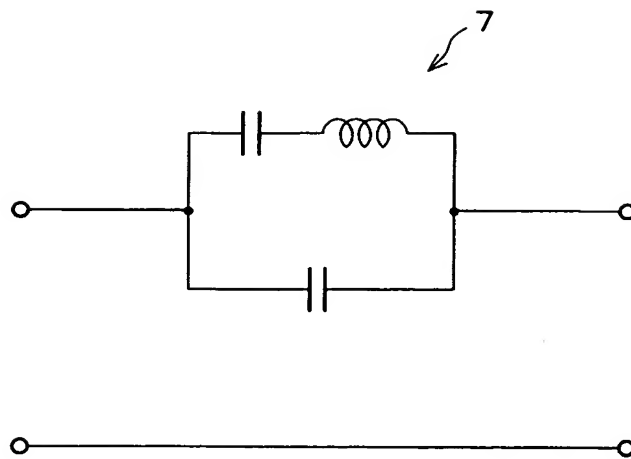
【図 9】



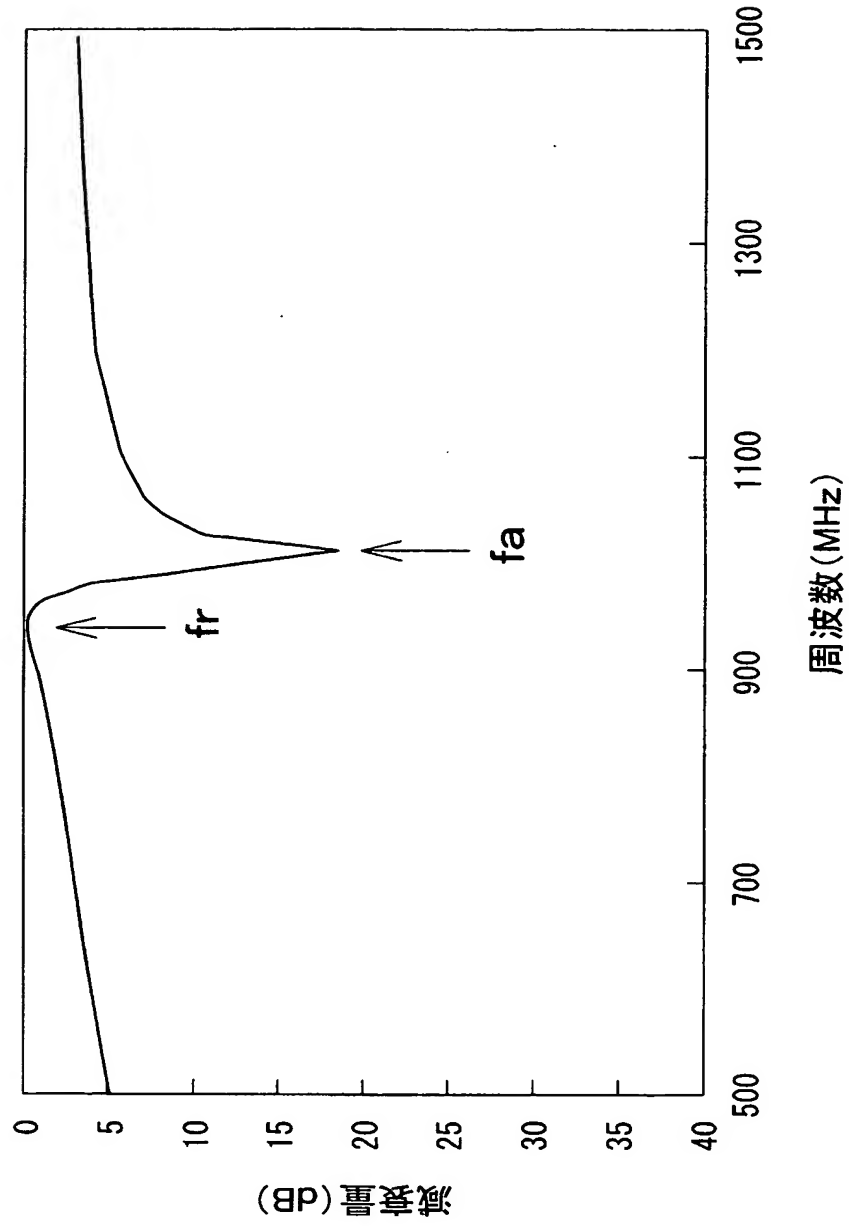
【図 10】



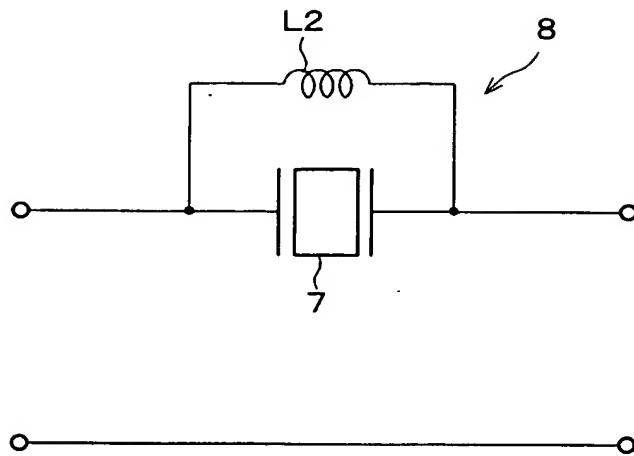
【図 11】



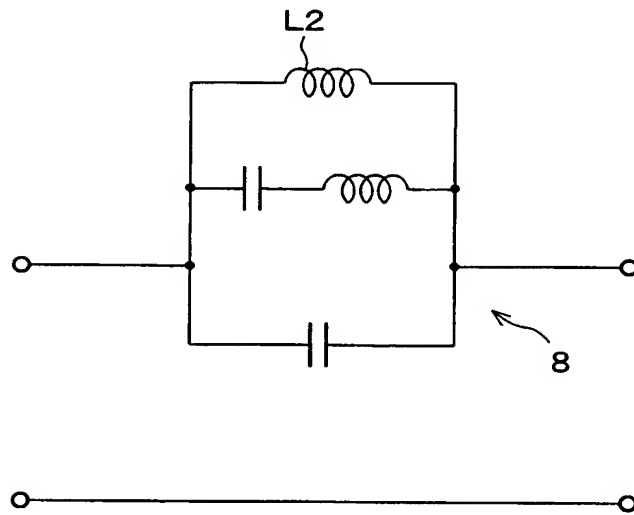
【図 12】



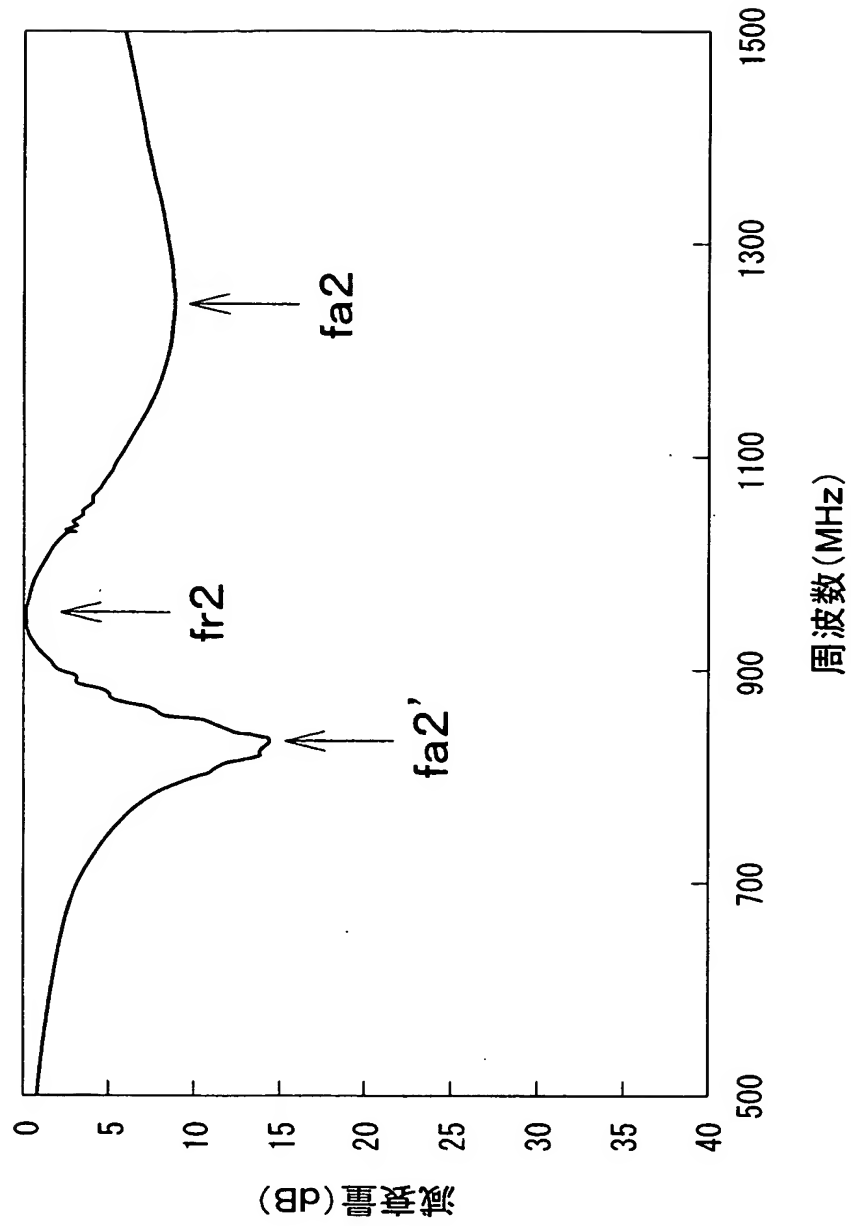
【図 13】



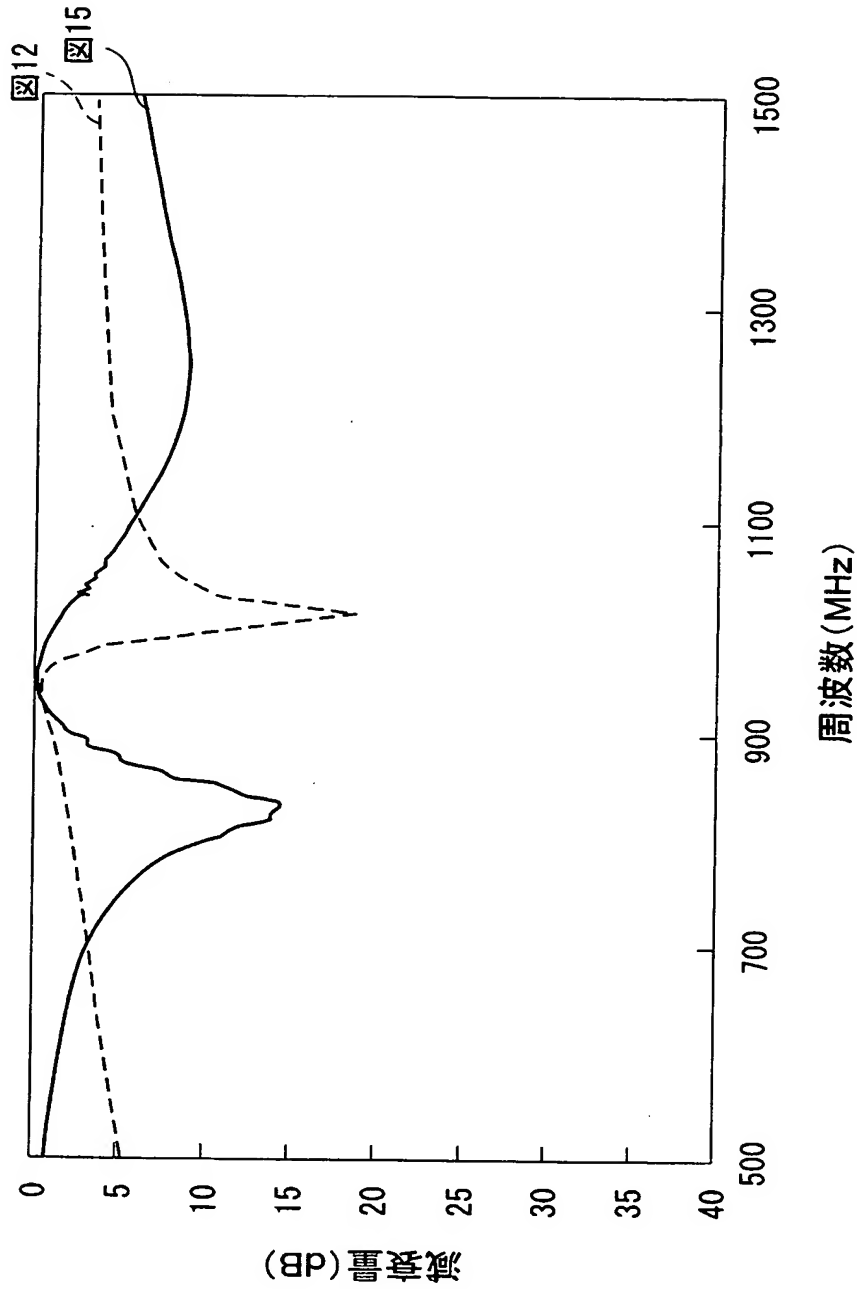
【図 14】



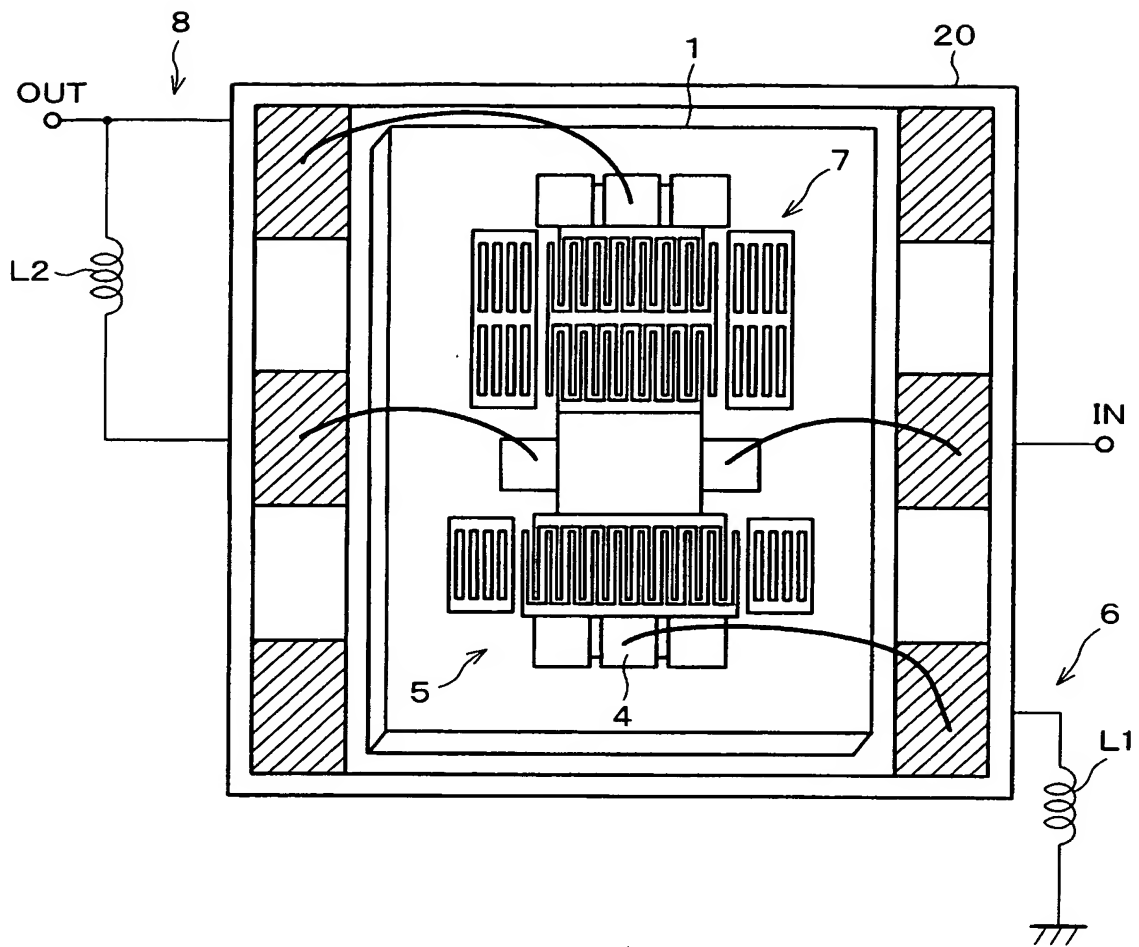
【図 15】



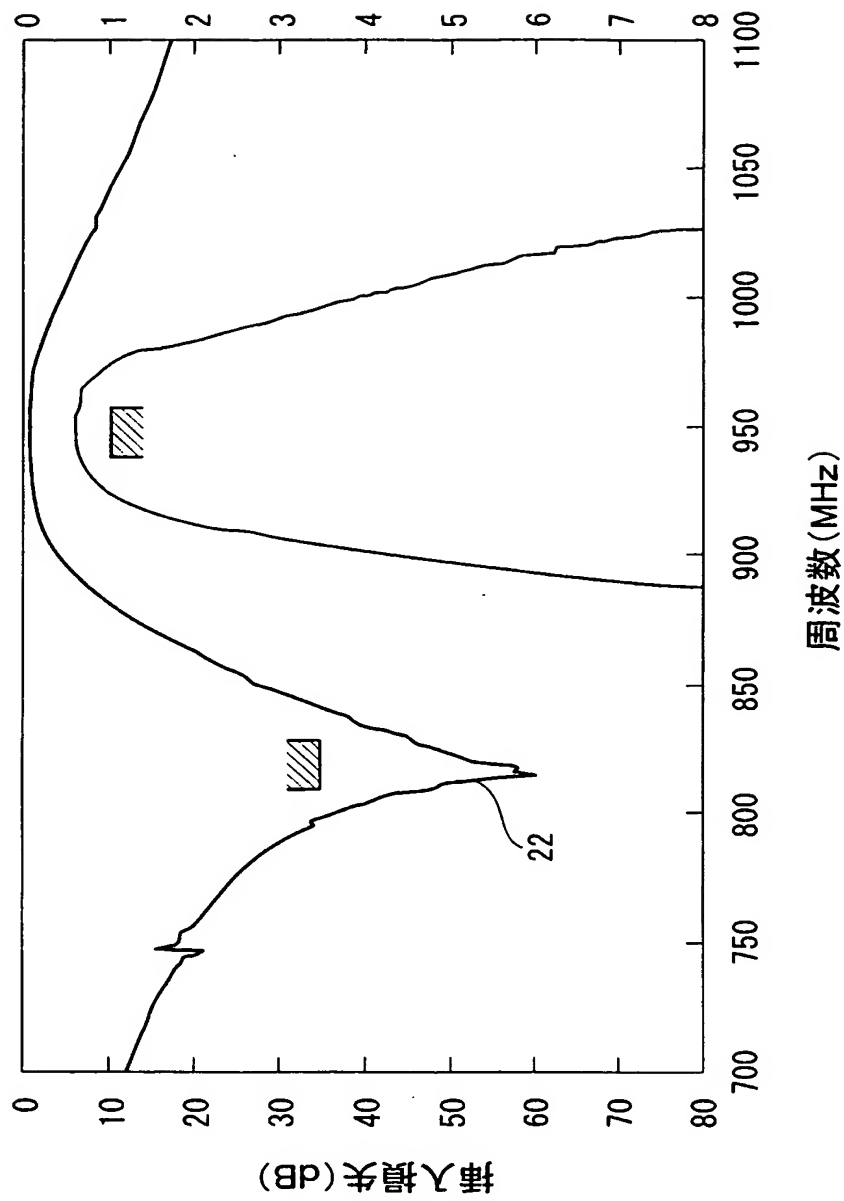
【図 16】



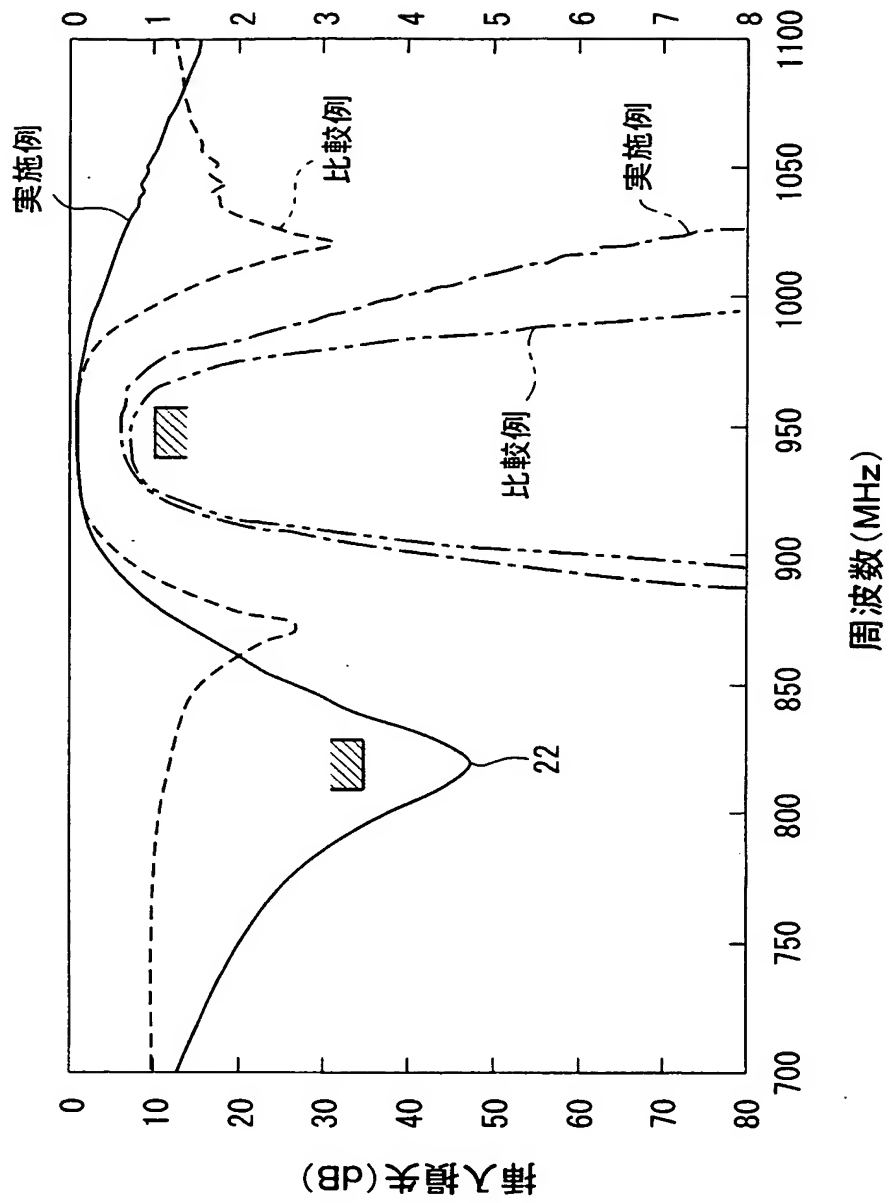
【図 17】



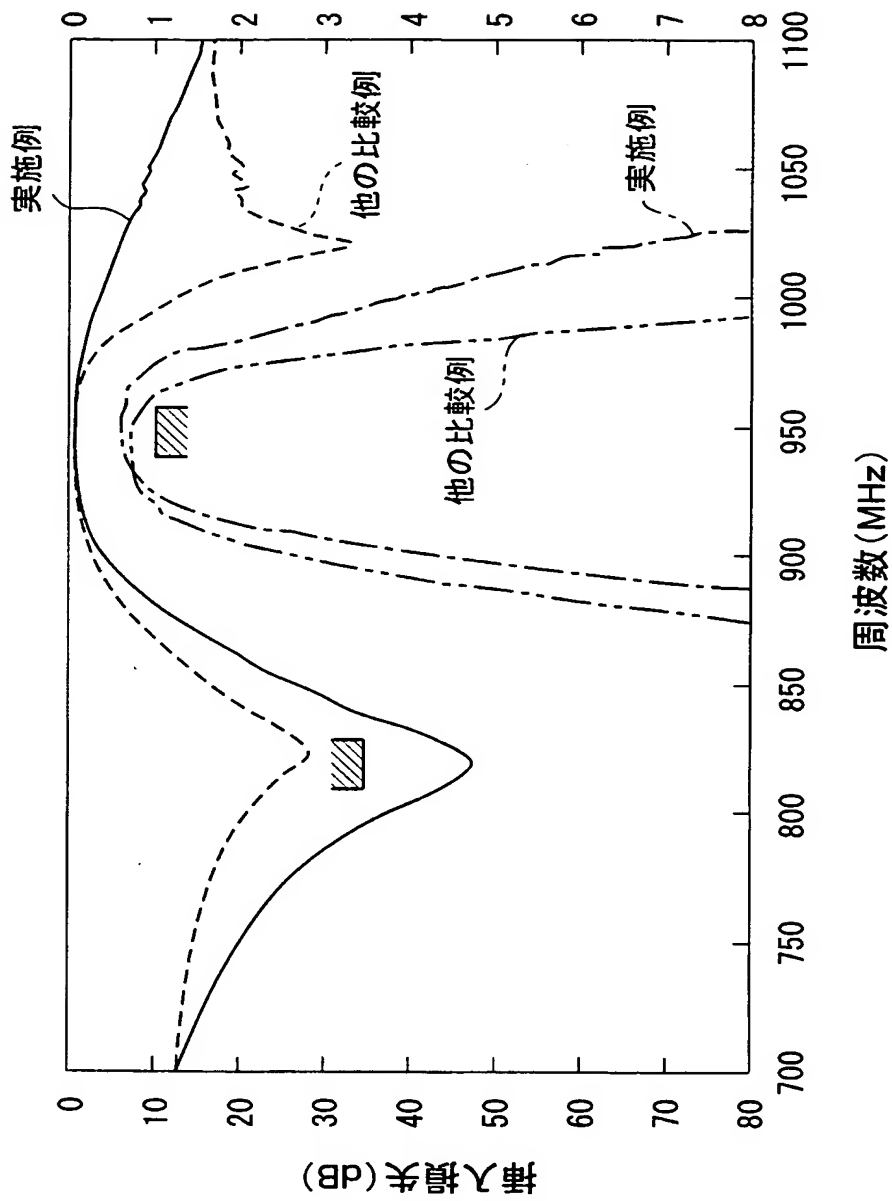
【図 18】



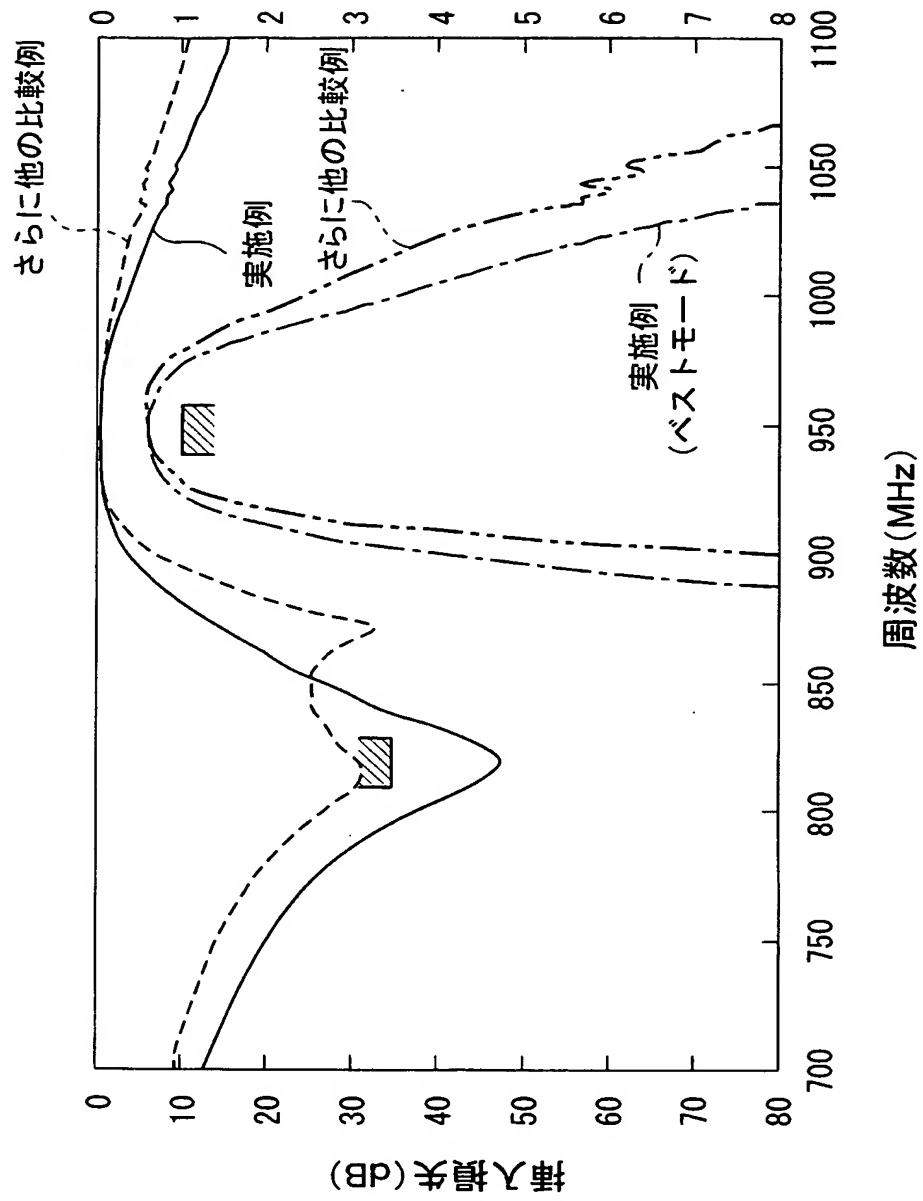
【図 19】



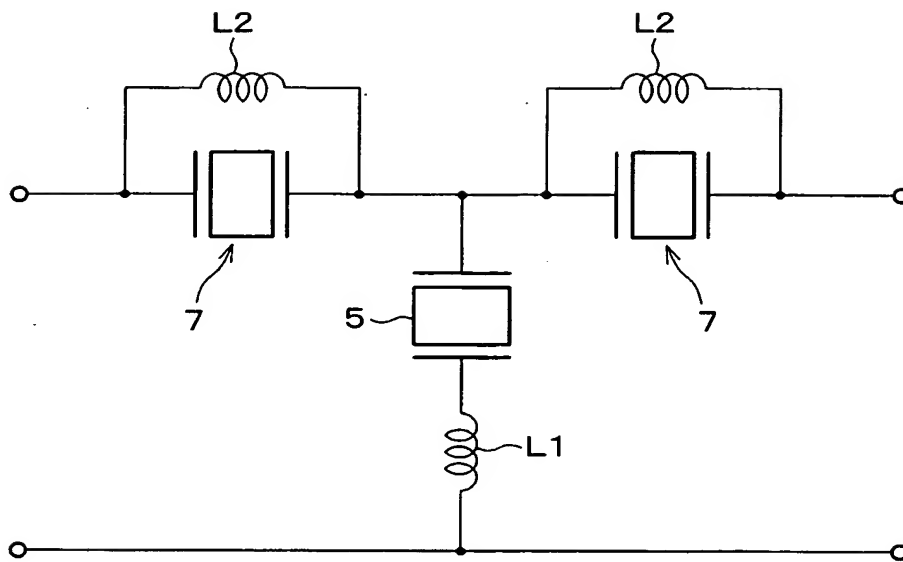
【図 20】



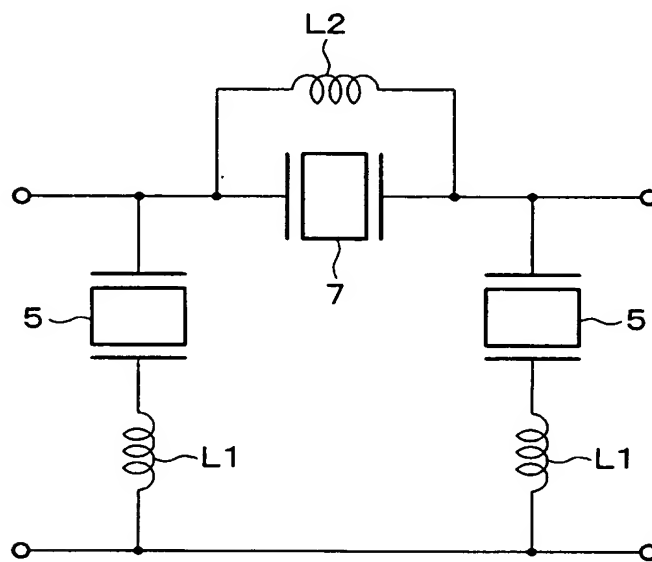
【図 21】



【図 22】

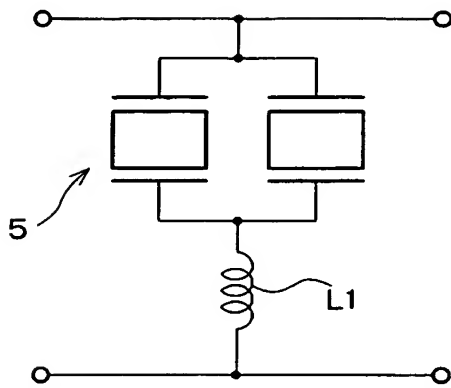


【図 23】

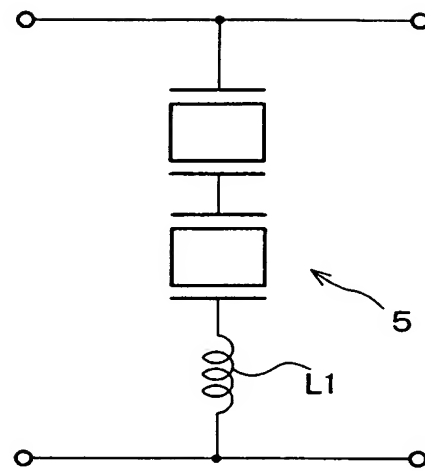


【図 24】

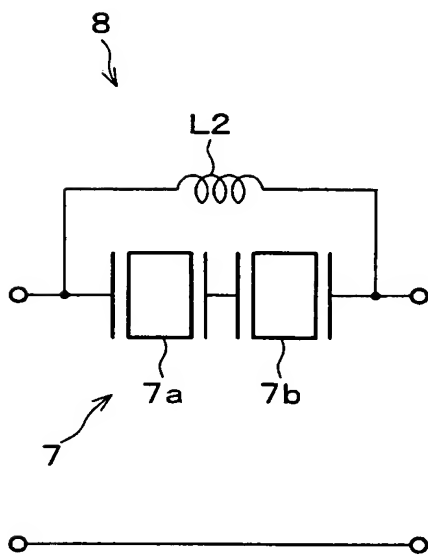
(a)



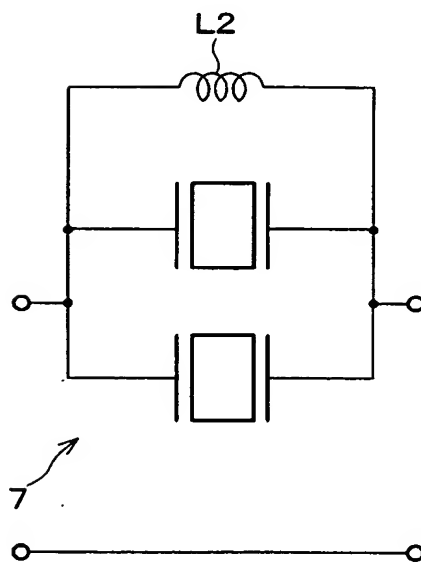
(b)



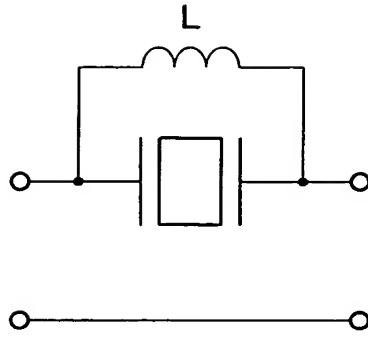
(c)



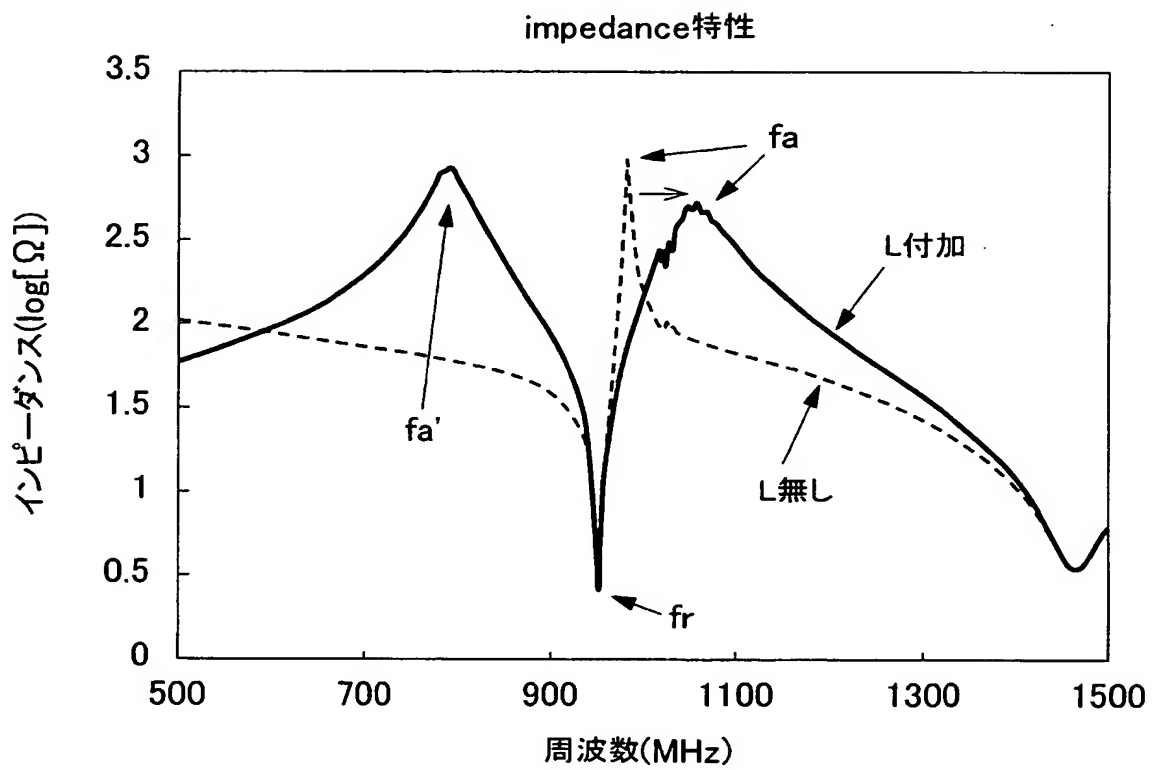
(d)



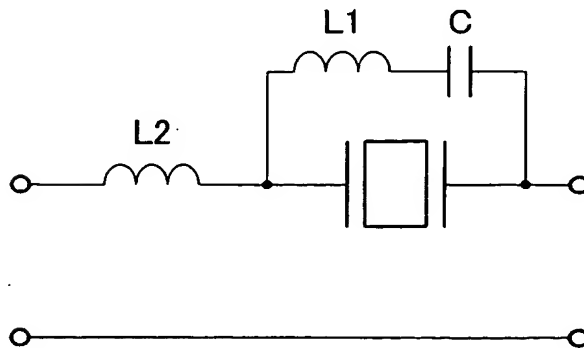
【図 2 5】



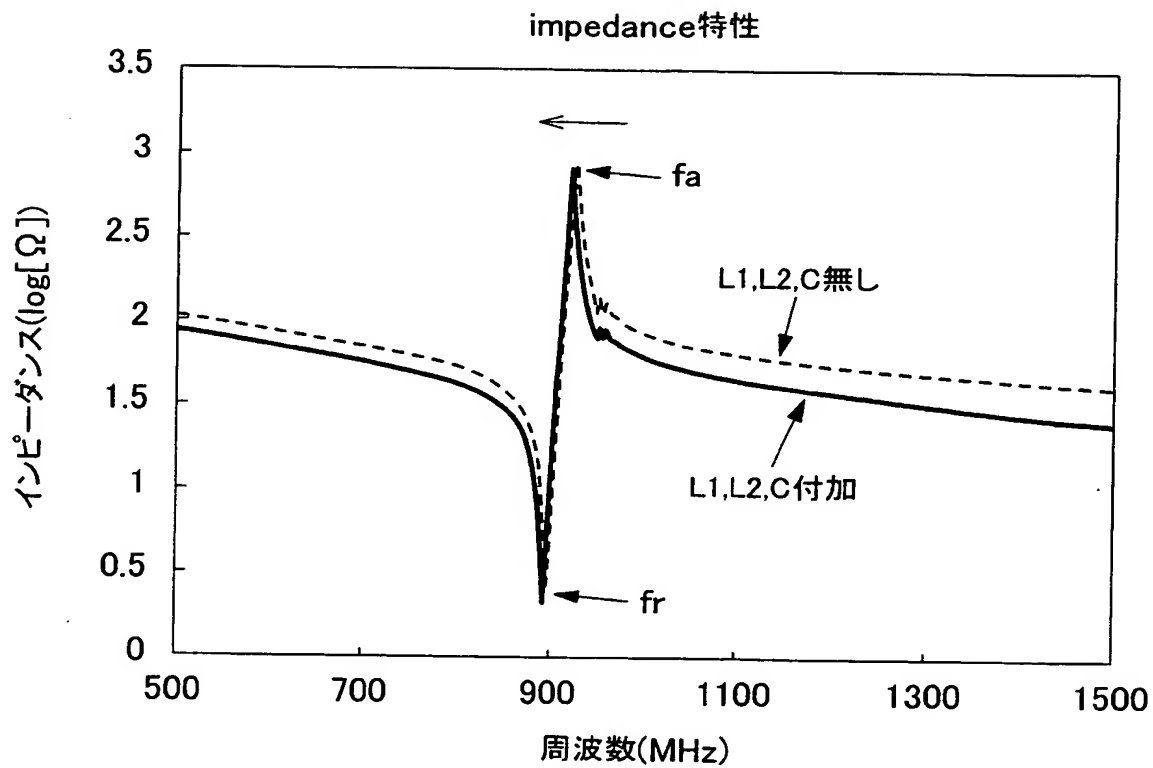
【図 2 6】



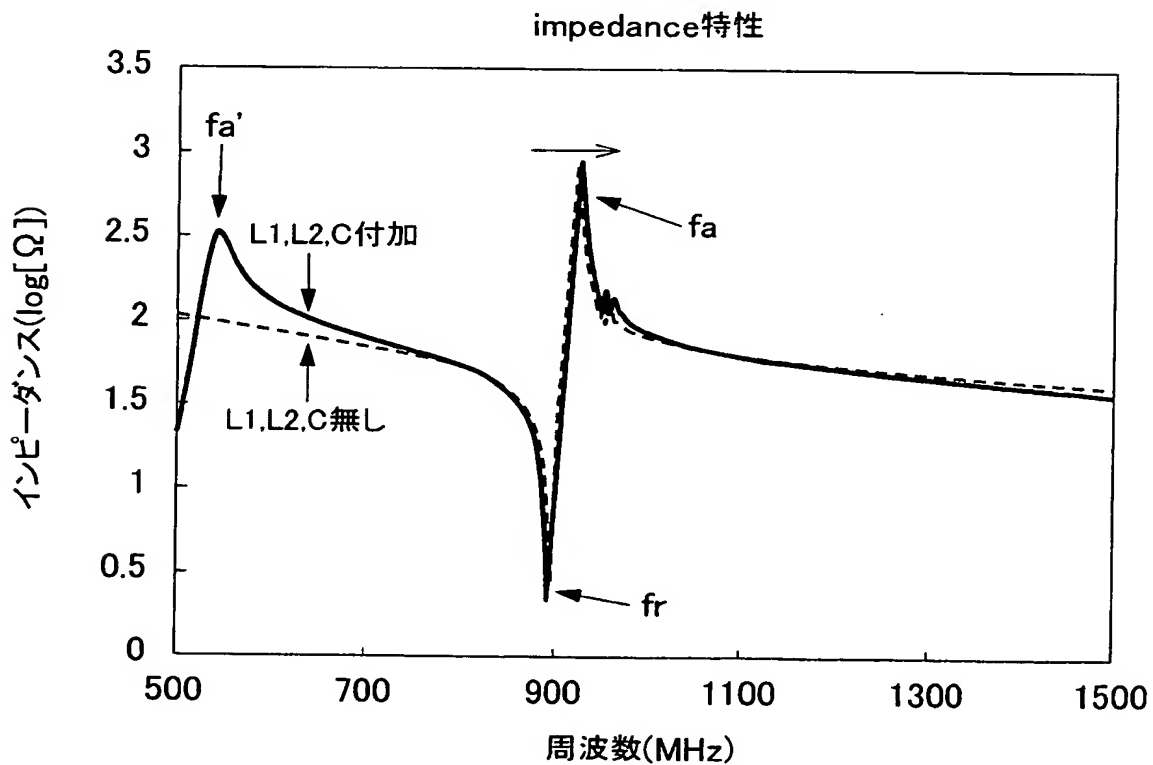
【図 2 7】



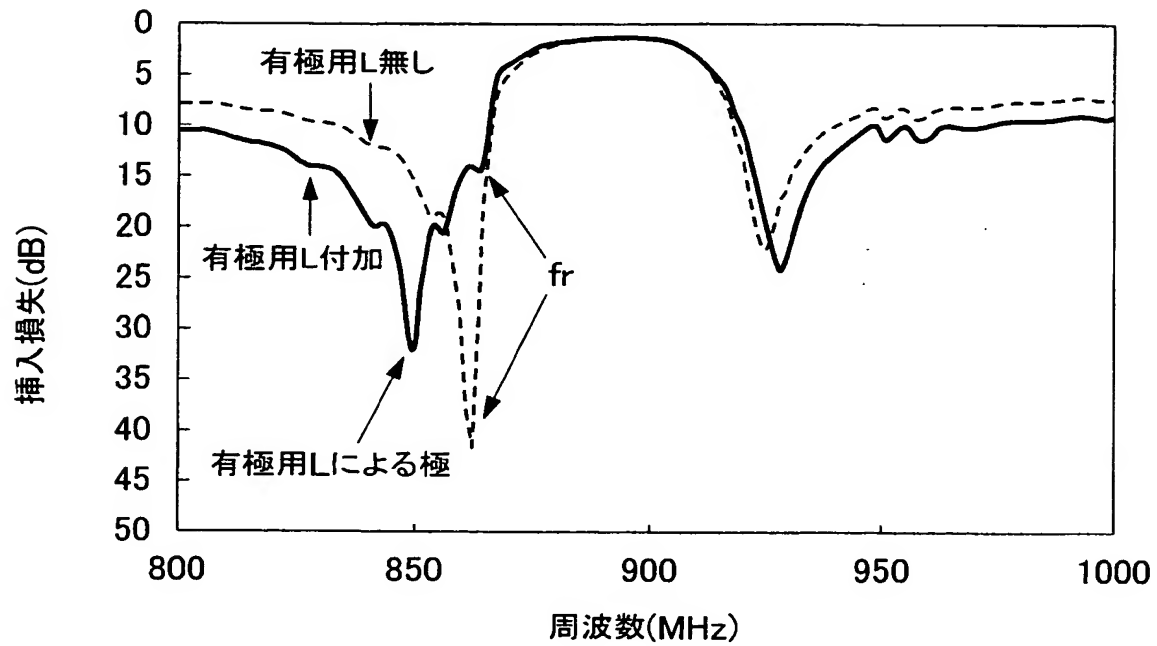
【図 28】



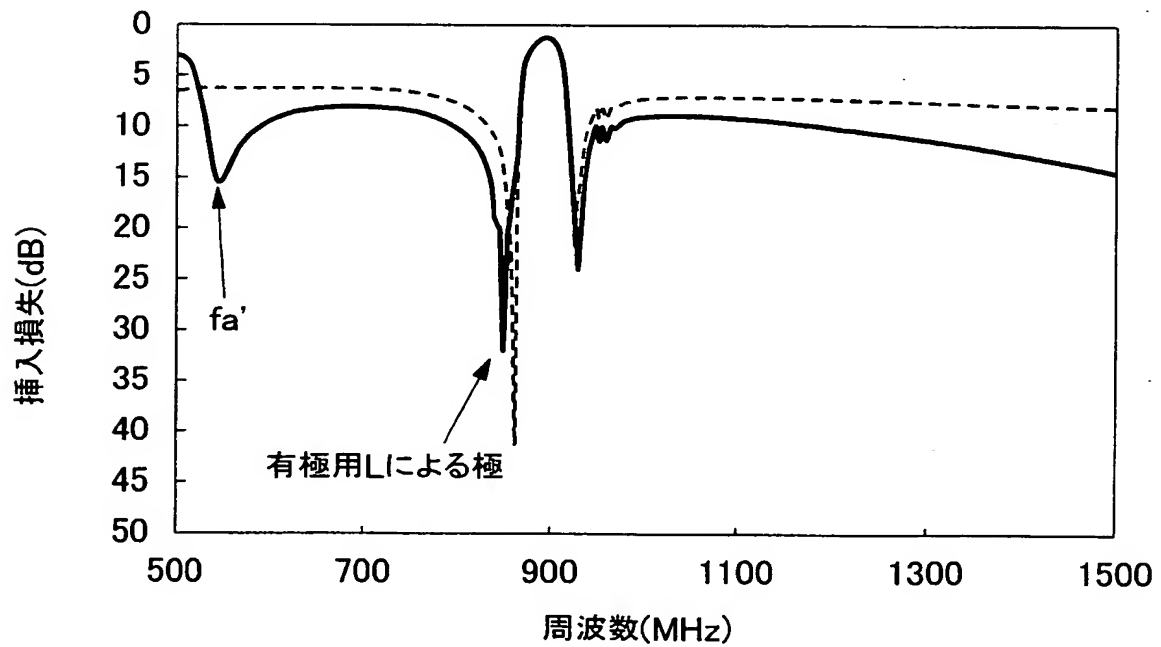
【図 29】



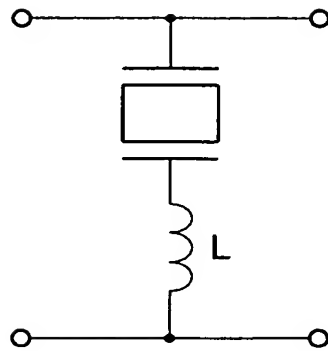
【図 30】



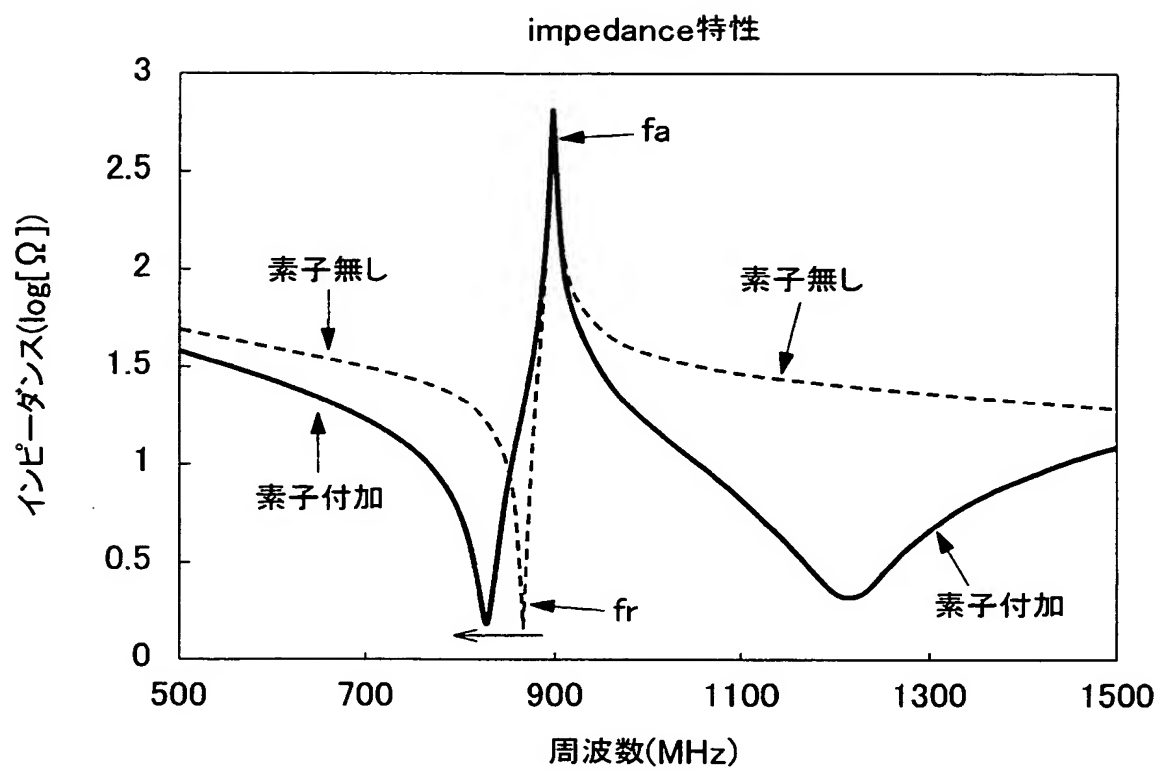
【図 31】



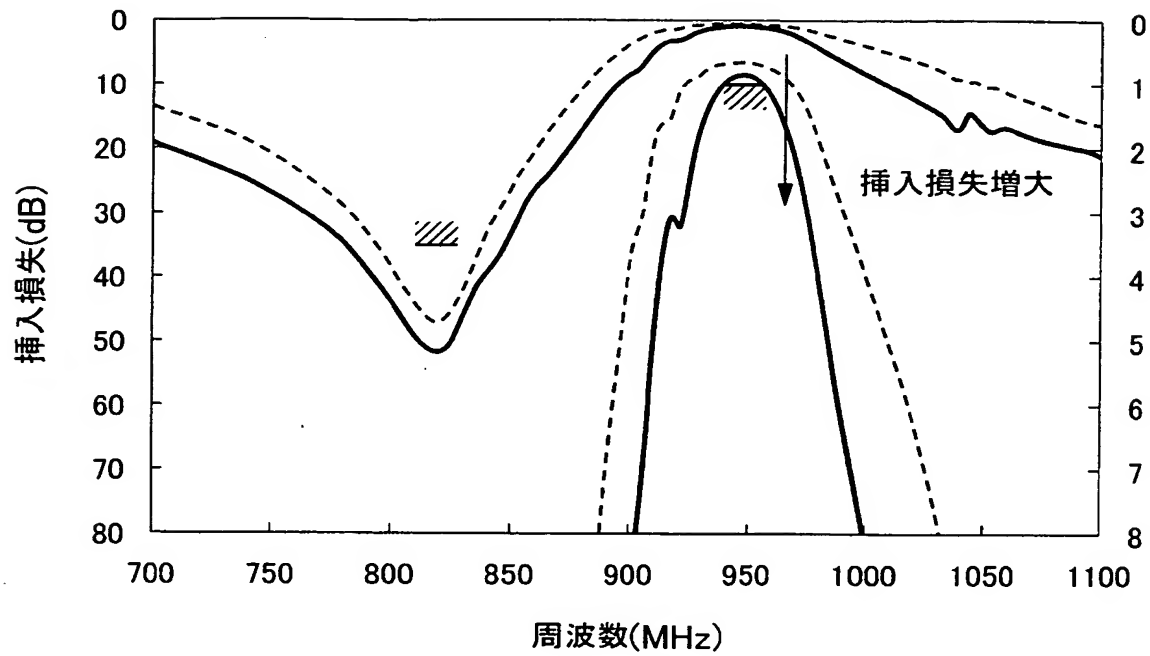
【図 3 2】



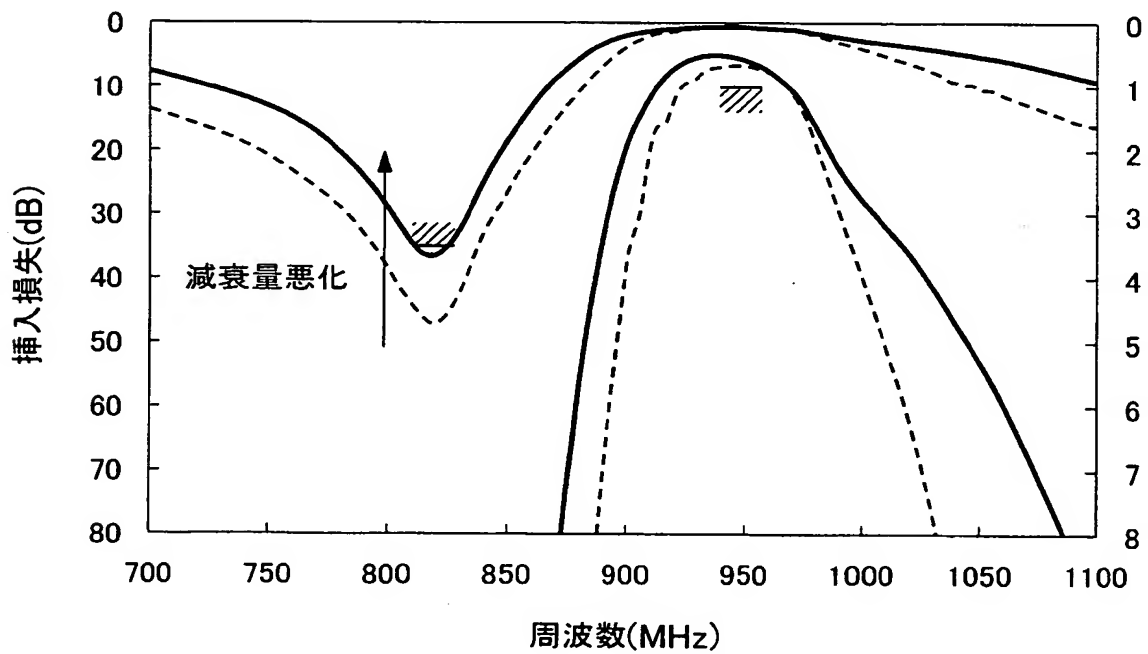
【図 3 3】



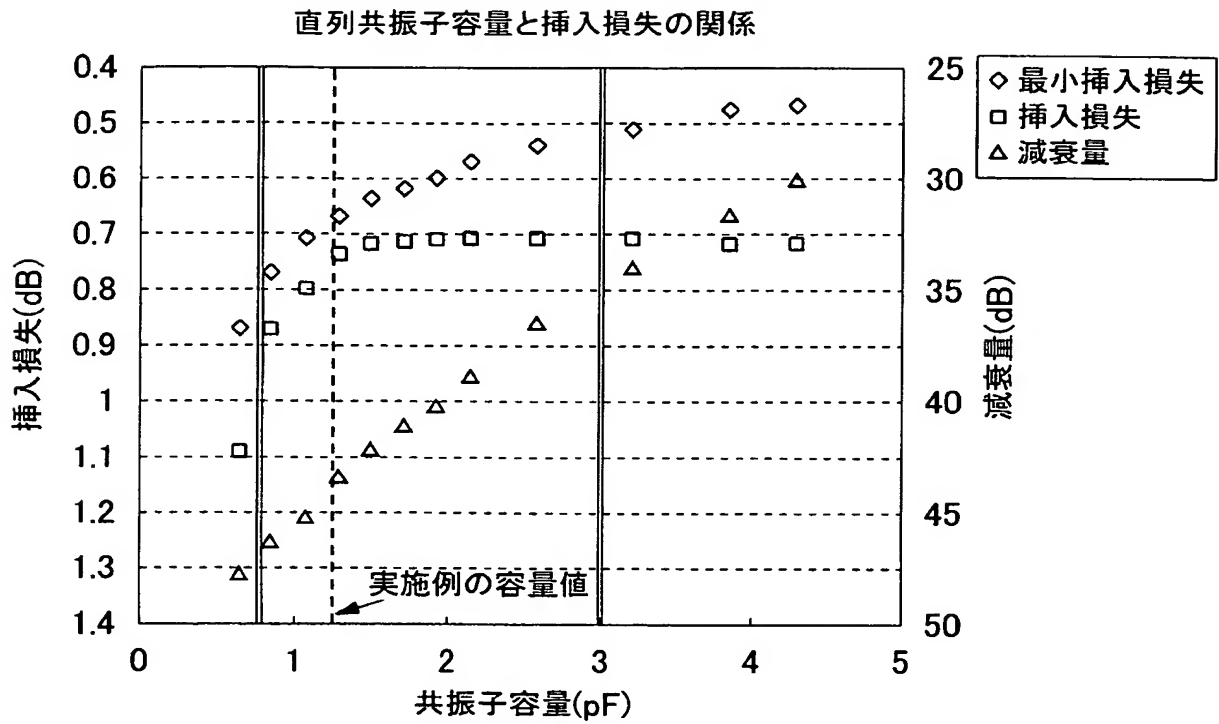
【図 3 4】



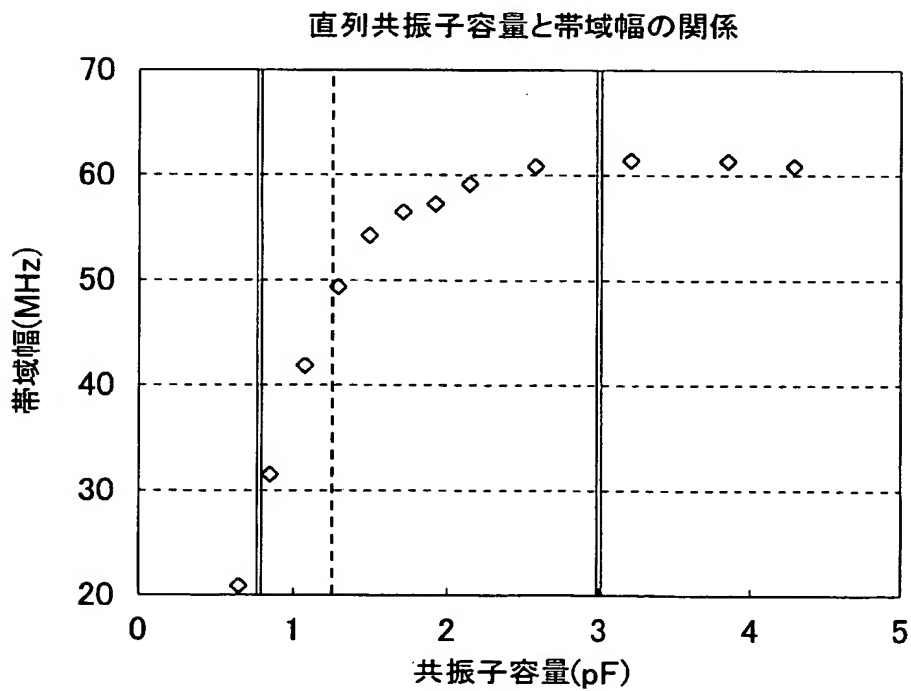
【図 3 5】



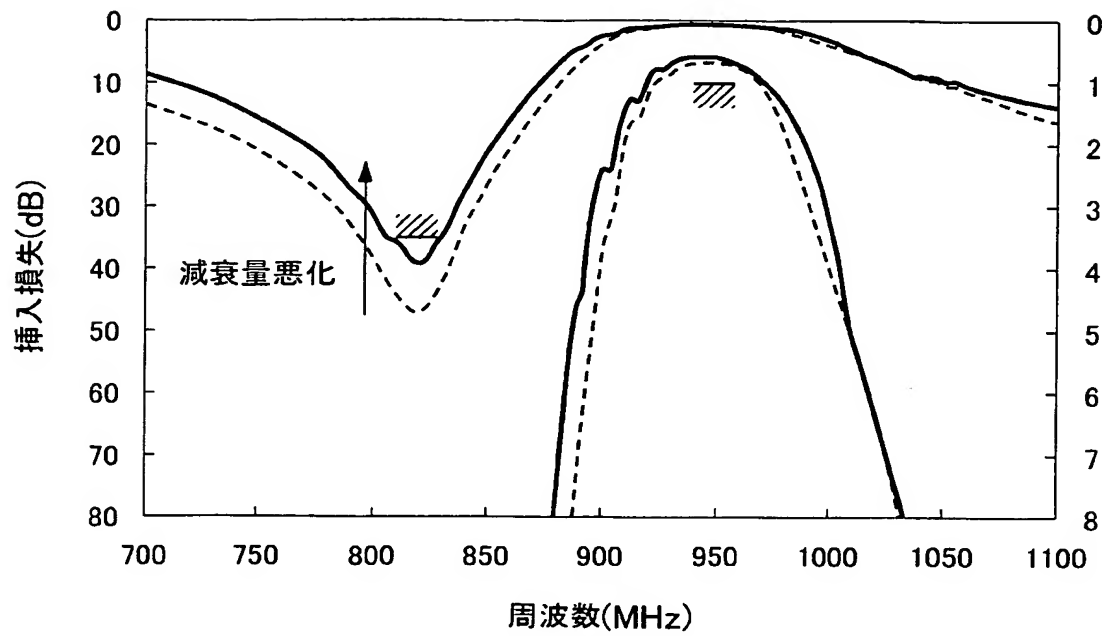
【図 3 6】



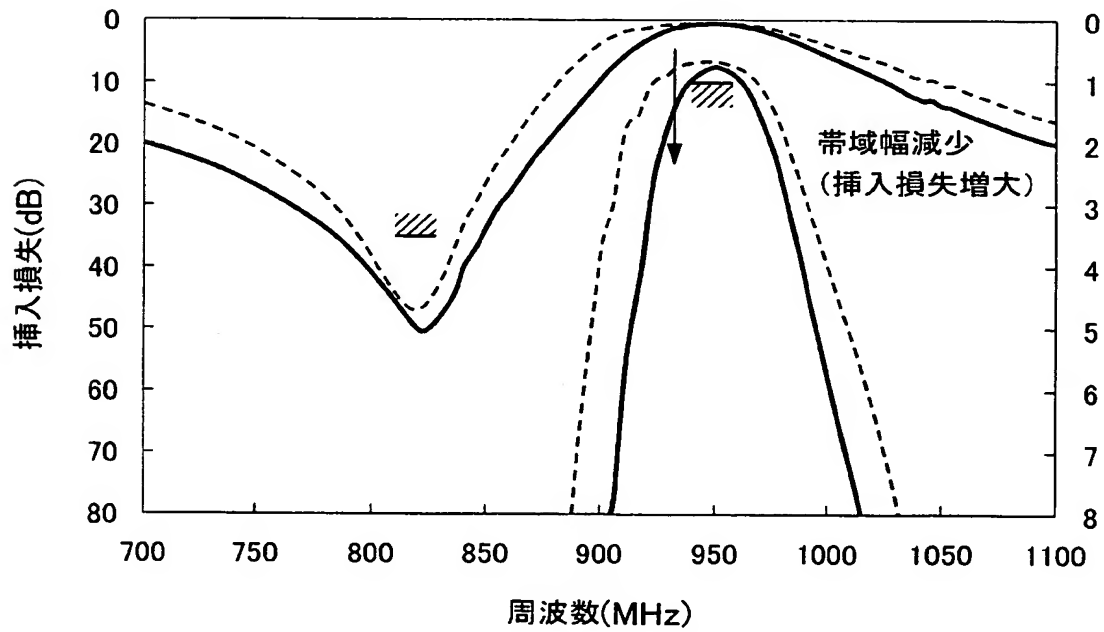
【図 3 7】



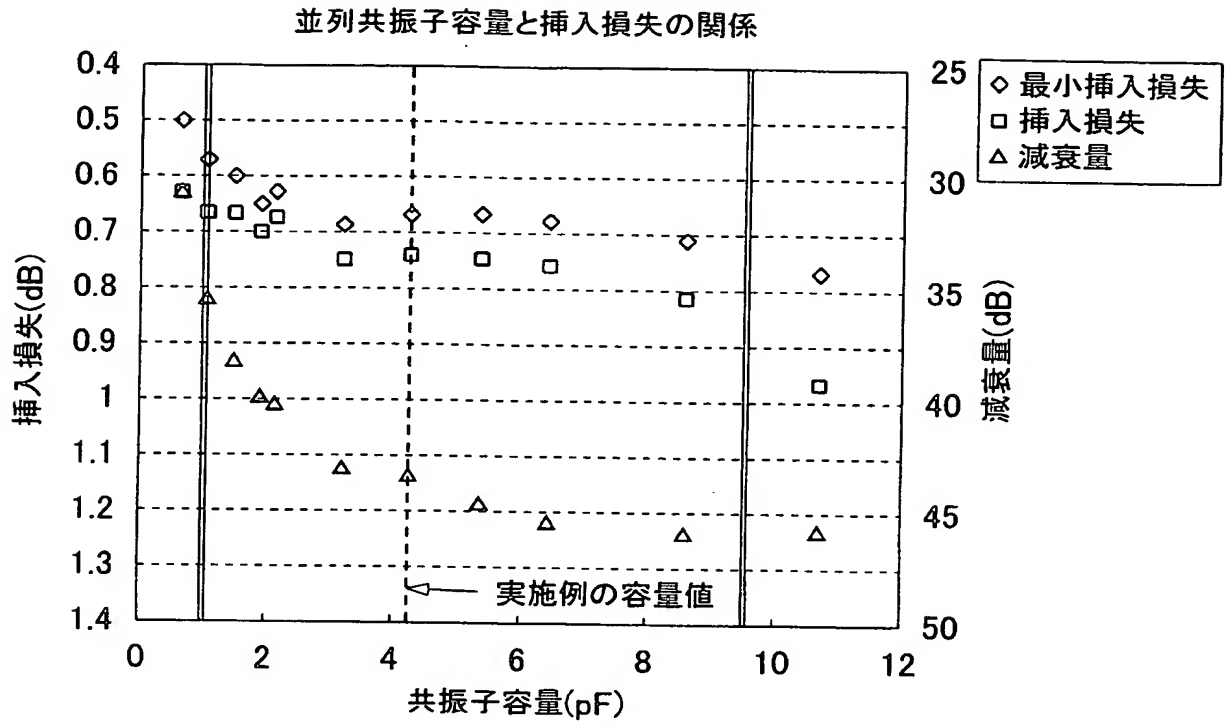
【図 3 8】



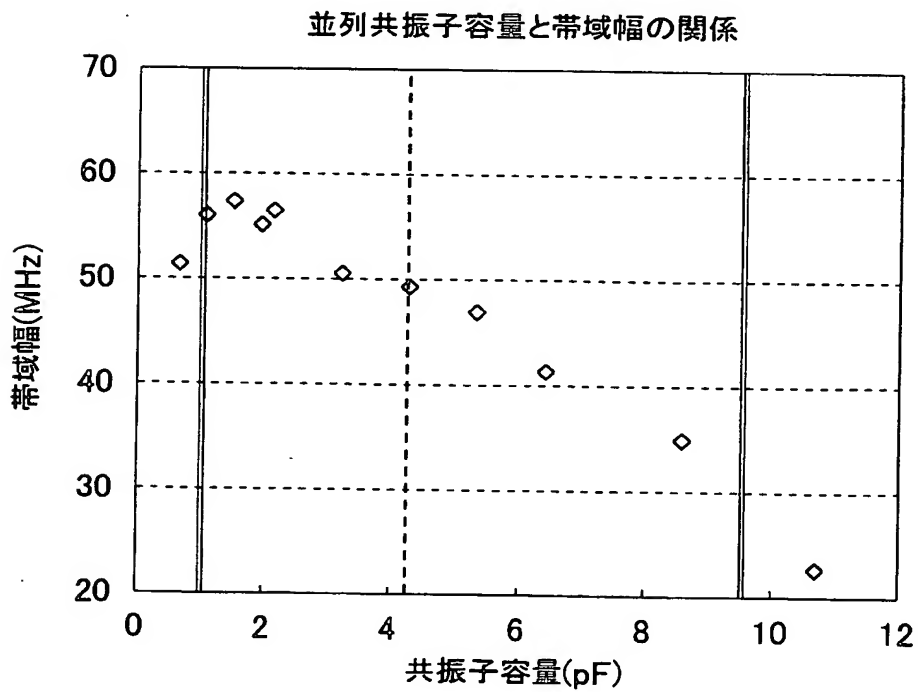
【図 3 9】



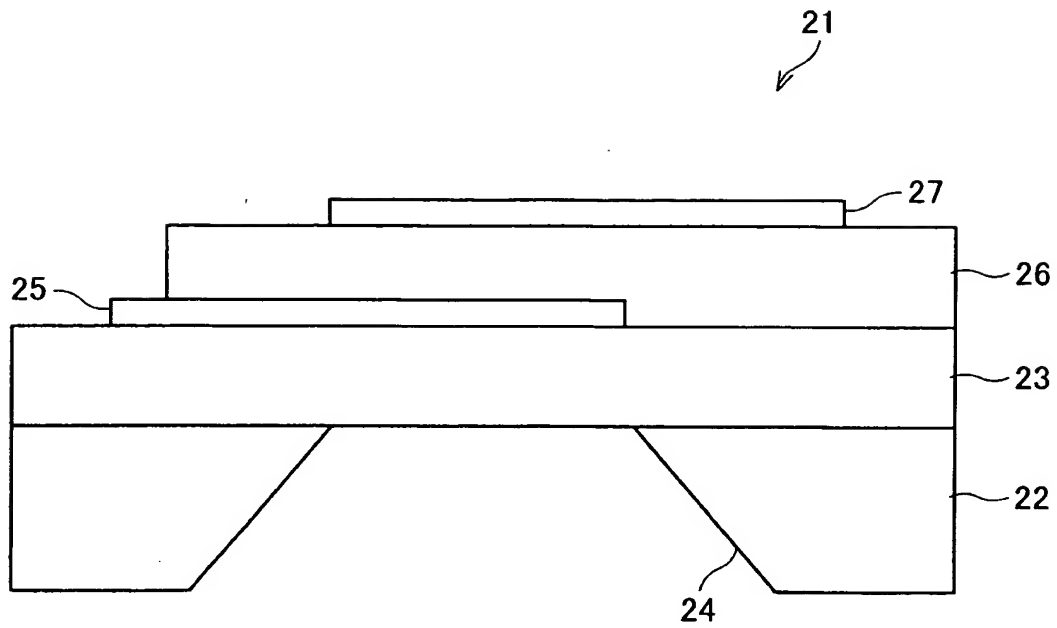
【図 40】



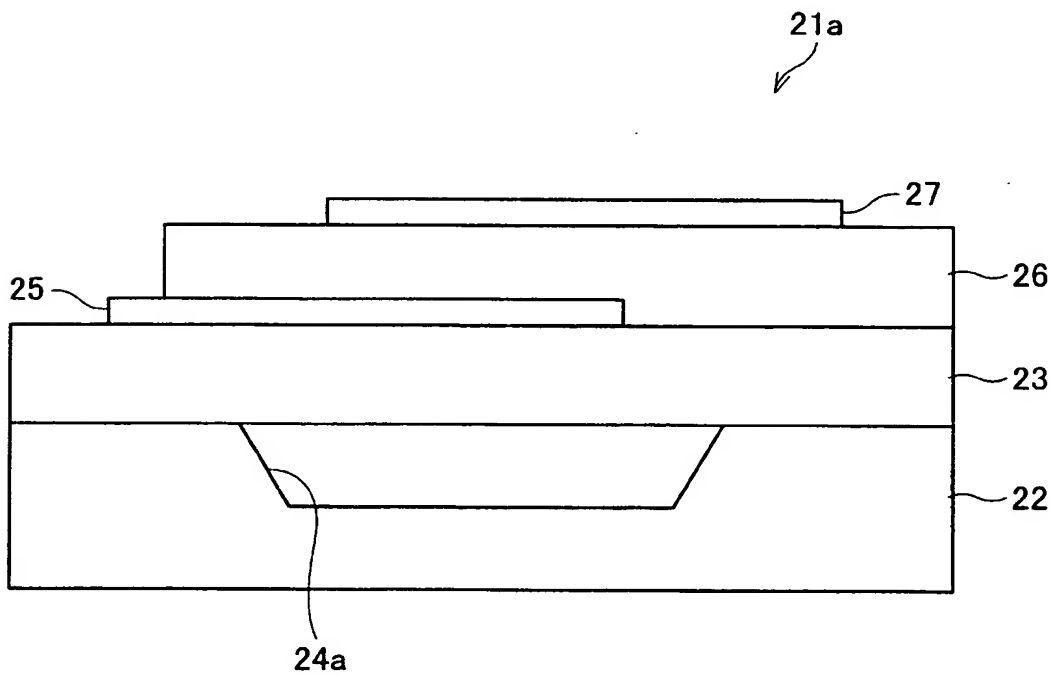
【図 41】



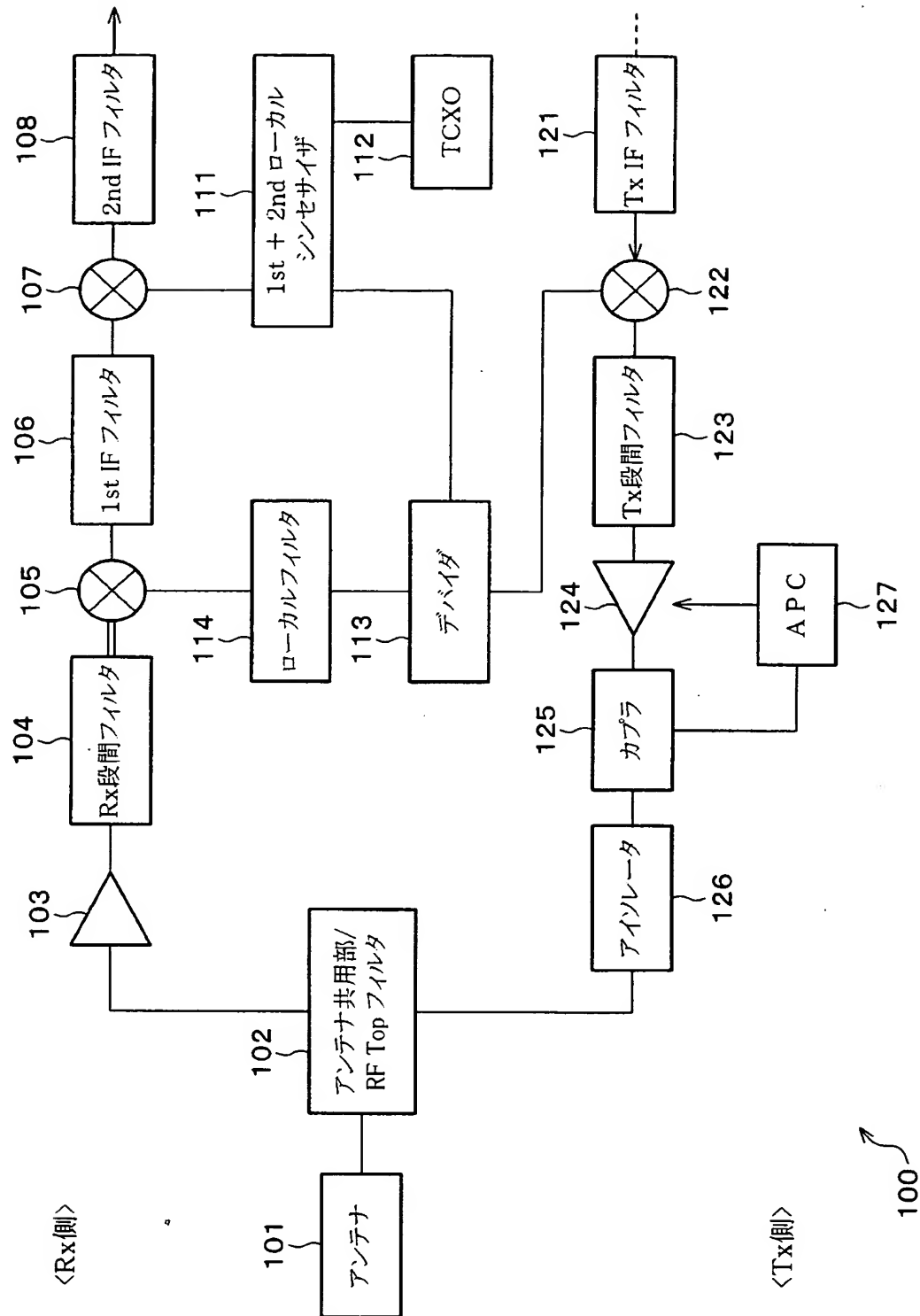
【図 4 2】



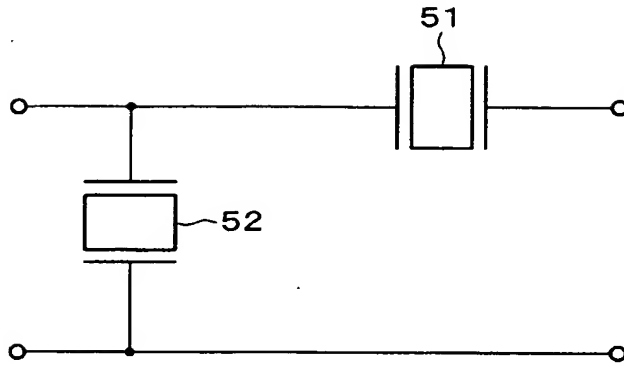
【図 4 3】



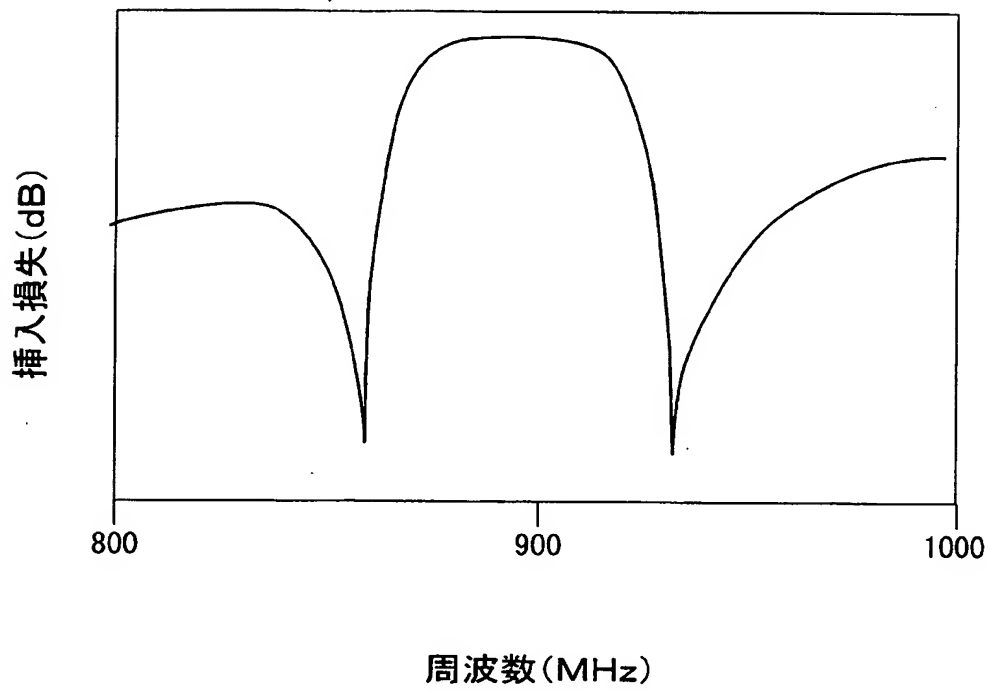
【図 4 4】



【図 4 5】



【図 4 6】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】広帯域で、低域側の減衰量を大きくできるラダー型フィルタ、それを用いた分波器および通信機を提供する。

【解決手段】ラダー型フィルタにおいて、並列共振子 5 に第 1 インダクタ L_1 を直列に接続し、直列共振子 7 に第 2 インダクタ L_2 を並列に接続する。第 1 インダクタ L_1 が直列に接続された並列共振子 5 の共振点と、第 2 インダクタ L_2 が並列に接続されたことにより直列共振子 7 の共振点よりも低域側に発生する、直列共振子 7 の反共振点とを互いに略一致させる。

【選択図】図 1

特願 2 0 0 3 - 3 5 1 5 0 2

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 2 3 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

氏 名

株式会社村田製作所